

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

BİR HASTANENİN YAPI BİLGİ MODELLEMESİ (BIM) İLE MEKANİK
TESİSATININ TASARIMI

BİTİRME PROJESİ

Açelya YILMAZ
Fazlı Abdurahman TORĞUT

OCAK 2021
TRABZON

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

**BİR HASTANENİN YAPI BİLGİ MODELLEMESİ (BIM) İLE MEKANİK
TESİSATININ TASARIMI**

Açelya YILMAZ
Fazlı Abdurahman TORĞUT

Danışman/lar: Dr. Öğr. Üyesi Cevdet DEMİRTAŞ

Bölüm Başkanı: Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

OCAK 2021
TRABZON

ÖNSÖZ

Tasarımını yaptığımız projede, bir hastanenin BIM ile mekanik tesisat tasarımının nasıl olması gerektiği konusu üzerinde durulmuştur.

Bu çalışmanın yürütülmesinde yönlendirmeleri ve katkılarından dolayı danışman hocamız Dr. Öğr. Üyesi Cevdet DEMİRTAŞ'a ve Makina Yüksek Mühendisi Faruk DEMİRTAŞ'a teşekkür ederiz.

Açelya YILMAZ
Fazlı Abdurahman
TORĞUT

Trabzon 2021

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Yapı Bilgi Modellemesi (BIM)	2
1.2.1. BIM Nedir?.....	2
1.2.2. BIM Hakkında Genel Bilgi.....	3
1.2.3. BIM Faydaları	4
1.2.3.1. Görsellik	5
1.2.3.2. Koordinasyon	5
1.2.3.3. Prefabrikasyon.....	6
1.2.3.4. Planlama	6
1.2.3.5. Düşük Hata Oranı	6
1.2.3.6. İş Birliği.....	6
1.2.4. BIM Aşamaları	7
1.2.5. Geleneksel Yöntem İle BIM Yöntemi Arasındaki Farklar.....	8
1.3. Mekanik Tesisat Sistemleri	9
1.3.1. Mekanik Tesisat Nedir?.....	9
1.3.2. Bir Binada Kullanılan Mekanik Tesisat Sistemleri	9
1.3.2.1. Isıtma Tesisatı.....	10
1.3.2.2. Soğutma Tesisatı (Klima Tesisatı)	10

1.3.2.3. Havalandırma Tesisatı	10
1.3.2.4. Sıhhi Tesisatı	11
1.3.2.5. Yangın Tesisatı	11
1.3.2.6. Medikal Gaz Tesisatı	11
1.3.2.7. Doğalgaz Tesisatı	12
1.4. BIM ve Mekanik Tesisat Sistemleri	12
1.5. Ameliyathane Tasarımı	13
1.5.1. Mevzuat ve Standartlar	13
1.5.2. Tasarım Parametreleri.....	14
1.5.2.1. Hijyenik Havalandırma.....	15
1.5.2.2. Hijyenik Havalandırma Tasarım Esasları.....	15
1.5.2.2.1. Hava Debisi	16
1.5.2.2.2. Hava Değişim Sayıları.....	16
1.5.2.2.3. Hava Hızı.....	16
1.5.2.2.4. Sıcaklık ve Nem	17
1.5.2.2.5. Basınç	17
1.5.2.2.6. Kanal Sistemi.....	17
1.5.2.2.7. Filtreler	18
1.5.2.2.8. Parçacık ve Mikro-organizma Sayısı.....	18
1.5.3. Ameliyathanede Kullanılan Sistemler (Mimari, Mekanik, Elektrik)	18
1.5.3.1. Mimari Mahaller.....	19
1.5.3.2. Mekanik Sistemler.....	19
1.5.3.3. Elektrik Sistemleri	19
1.5.4. Ameliyathanede Tasarım İhtiyaçları ve Eksiklikler	20
1.5.4.1. Ameliyathane Mimari Tasarımı	20
1.5.4.2. Hijyenik Mahal Tasarım Problemleri ve Çözüm Yolları	20
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	22

2.1. Seçilen Ameliyathane	22
2.2. Kullanılan Modelleme Programı	22
2.3. BIM'in Mekanik Tesisat Yönünden Ameliyathane Departmanına Uygulanması.....	26
2.3.1. Modellerin Oluşturulması.....	27
2.3.1.1. Havalandırma Tesisatı Modelinin Oluşturulması.....	28
2.3.1.2. Medikal Gaz Tesisat Modelinin Oluşturulması.....	29
2.3.1.3. Sprinkler Tesisat Modelinin Oluşturulması.....	29
2.3.1.4. Fancoil Tesisat Modelinin Oluşturulması.....	30
3. BULGULAR	31
3.1. Tespit Edilen Çakışmalar ve Düzenlemeler	31
3.1.1. Havalandırma Tesisatı ile Medikal Gaz Tesisatı Arasındaki Çakışmalar ve Düzeltme Örneği	31
3.1.2. Havalandırma Tesisatı ile Fancoil Tesisatı Arasındaki Çakışmalar ve Düzeltme Örneği	33
3.1.3. Medikal Gaz Tesisatı ile Fancoil Tesisatı Arasındaki Çakışmalar ve Düzeltme Örneği	34
3.1.4. Sprinkler Tesisatı ile Diğer Tesisatlar Arasındaki Çakışmalar	36
4. TARTIŞMA.....	37
5. SONUÇLAR.....	39
6. ÖNERİLER	41
7. KAYNAKLAR.....	42
ÖZGEÇMİŞ.....	43

ÖZET
BİR HASTANENİN YAPI BİLGİ MODELLEMESİ (BIM) İLE MEKANİK
TESİSATININ TASARIMI

Kapsamlı MEP tesisatları barındıran binalarda MEP tesisatlarının yapım aşamasında kurulumundan kaynaklanan problemler oluşmaktadır. Oluşan bu problemlerin temel sebebi fiziksel ve fonksiyonel olarak bir bütün olan binanın birbirinden bağımsız ve koordinasyon içermeyen projelerle oluşturulmasıdır. BIM yöntemi oluşan bu gibi problemlerin çözümü için alternatif bir yoldur. Bu çalışmada seçilen hastanenin geleneksel yöntemle 2 boyutlu olarak tasarlanan ameliyathane departmanı örnek proje olarak kullanılmıştır. Hastaneye ait projeler Autodesk Revit programı kullanılarak 3 boyutlu olarak modellenmiş ve Autodesk Navisworks Manage programıyla modeller arasında çok sayıda çakışma tespit edilerek mekanik tesisatlar için düzenlemeler yapılmıştır. Yapılan çalışmada BIM'in 3 boyutlu model, koordinasyon ve çakışma analizi özellikleri kullanılarak hastane mekanik tesisat tasarımı sürecindeki etkisi incelenerek elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Yapılan çalışma ile yapım aşamasında mekanik tesisatların kurulumundan kaynaklanabilecek çakışmaların BIM yöntemiyle tasarım aşamasında işbirlikçi bir anlayışla çözülebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca modelleme programında mekanik tesisat tasarımı mantıksal ve geometrik kurallarla yapıldığından tesisatın inşa edilebilirliğinin tasarım aşamasında denetlenebildiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca geleneksel yöntemle 2 boyutlu olarak çizilen projelerde tesisat sistemleri için yapılan bazı hesaplamalarda (basınç kaybı hesabı gibi) eksik veri oluşabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: BIM, Mekanik Tesisat, MEP, Revit, Navisworks

SUMMARY
DESIGN OF A HOSPITAL'S MECHANICAL INSTALLATION WITH
BUILDING INFORMATION MODELING

Problems arise from the installation of MEP installations during construction phase in buildings that have extensive MEP installations. The main reason for these problems is that the building, which is a physical and functional whole, is formed by independent and uncoordinated projects. The BIM method is an alternative way to solve such problems. In this study, the selected hospital's 2 dimensional the floor plan designed as a was used as a sample project. The projects of the hospital were modeled in 3D using Autodesk Revit program, and many conflicts were detected between the models with Autodesk Navisworks Manage program and arrangements were made for mechanical installations. In this study, the effect of BIM on the hospital mechanical installation design process by using 3D model creation, coordination and conflict analysis features were investigated and the results obtained were presented. With this study, it is conclude that the conflicts that may arise from the installation of mechanical installations in the construction phase can be solved with a collaborative approach in the design stage by BIM method. In addition, since the mechanical installation design is made with logical and geometric rules in the modeling program, it is concluded that the constructability of the installation can be controlled at the design phase. In addition, it is concluded that incomplete data may be generated for some calculations (such as pressure loss calculation) for mechanical installations in projects drawn in 2D by traditional method.

Key Words: BIM, Mechanical Installation, MEP, Revit, Navisworks

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL 1. BIM KULLANMANIN FAYDALARI	4
ŞEKİL 2. TASARIM VE GERÇEK GÖRÜNTÜ	5
ŞEKİL 3. BIM OLGUNLUK AŞAMALARI	7
ŞEKİL 4. AKÇAABAT HAÇKALI BABA DEVLET HASTANESİ DIŞARIDAN GÖRÜNÜMÜ.....	22
ŞEKİL 5. AUTODESK REVİT ARAYÜZÜ	23
ŞEKİL 6. AUTODESK NAVISWORKS MANAGE ARAYÜZÜ.....	24
ŞEKİL 7. AUTODESK NAVISWORKS MANAGE ARAYÜZÜ.....	24
ŞEKİL 8. AMELİYATHANE DEPARTMANININ 2D MİMARİ MODELİ.....	27
ŞEKİL 9. AMELİYATHANE DEPARTMANININ 3D MİMARİ MODELİ.....	28
ŞEKİL 10. HAVALANDIRMA TESİSATININ 2D PROJESİ VE PROJENİN 3D MODELİ.....	28
ŞEKİL 11. MEDİKAL GAZ TESİSATININ 2D PROJESİ VE PROJENİN 3D MODELİ	29
ŞEKİL 12. SPRİNKLER TESİSATININ 2D PROJESİ VE PROJENİN 3D MODELİ....	29
ŞEKİL 13. FANCOİL TESİSAT MODELİNİN 2D VE 3D MODELİ	30
ŞEKİL 14. HAVALANDIRMA TESİSATI VE MEDİKAL GAZ TESİSATI ARASINDAKİ ÇAKIŞMA SAYISI.....	32
ŞEKİL 15. HAVALANDIRMA KANALI VE MEDİKAL GAZ BORUSU ÇAKIŞMA DÜZELTME ÖRNEĞİ	32
ŞEKİL 16. HAVALANDIRMA TESİSATI VE FANCOİL TESİSATI ARASINDAKİ ÇAKIŞMA SAYISI.....	33
ŞEKİL 17. HAVALANDIRMA KANALI VE FANCOİL TESİSAT BORULARI ÇAKIŞMA DÜZELTME ÖRNEĞİ	34
ŞEKİL 18. MEDİKAL GAZ TESİSATI VE FANCOİL TESİSATI ARASINDAKİ ÇAKIŞMA SAYISI.....	35
ŞEKİL 19. MEDİKAL GAZ TESİSAT BORUSU VE FANCOİL TESİSAT BORULARI ÇAKIŞMA DÜZELTME ÖRNEĞİ	35

ŞEKİL 20. SPRİNKLER TESİSATI VE DİĞER TESİSATLAR ARASINDAKİ	
ÇAKIŞMA SAYISI.....	36

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanın konut yapma teknolojisine eriştiği zamana kadar geçen süre bir milyon yılı aşkındır. İlk zamanlarda doğada hazır bulunan ortamlarda barınan insan, zaman içinde basit dal ve sazlardan hazırladığı mekanlara sığınmış, büyük hayvan kemikleriyle oluşturulan bir iskeletin üzerini derilerle kaplayarak basit barınaklar inşa etmiştir. Bu yapılara ilişkin örneklerin, günümüzden yaklaşık 40 bin yıl öncesinde Orta ve Doğu Avrupa'da olduğu bilinmektedir. İnsanlar, geçmişte dünyanın farklı coğrafyalarında, ısınma sorununu bir ölçüde çözebildiği, üzeri dallarla örtülü çukur barınaklar yapmıştır. Milattan önce 11 binli yıllara gelindiğinde özellikle Yakınoğu ve Anadolu'da sabit yerleşmeler kurulmaya başlanmıştır. Rahatça ulaşılabilen taş, ahşap, dal, saz ve çamur gibi doğal yapı malzemeleri kullanarak inşa edilen yapılar ortaya çıkmıştır. Tahılların besin ekonomisinde önemli bir yer tutmaya başlamasıyla birlikte yerleşmelerin daha kalıcı bir hal aldığı ve uzun süreli sabit yerleşmelerin kurulduğu görülmüştür [1].

Yapım işlerinde mimari, inşaat, mekanik ve elektrik gibi temel uzmanlık alanları vardır. Bina, genel anlamda bu dört uzmanlık alanı üzerinden oluşur. Bu uzmanlıklar kendi dallarıyla ilgili projeleri oluşturur ve bu projelerin yardımıyla tasarlanan bina inşa edilir. Her bir uzmanlık, kendine ait projelerde binada istenilen standartları oluşturmak amacıyla tasarımı yapar. Bu tasarımlar inşa aşamasında koordineli bir şekilde yürütülerek bina inşa edilir. Bu yöntem günümüzde geleneksel yapı tasarım yöntemi olarak kabul görmekte ve uygulanmaktadır.

Her bina kendine özgü çeşitli mekanik standartlar gerektirir. Bir binada mekanik tesisat işleri, binada bulunan mahallerin ihtiyacı olan çeşitli gereksinimleri (şartlandırılmış hava, kullanım suyu, ısınma, yangından korunma vb.) karşılamak amacıyla oluşturulur. Her binanın ve bu binalara ait mahallerin bu gereksinimleri belirli standartlar çerçevesinde giderilir. Bu standartları oluşturmak için kurulan sistemler mekanik tesisatın kapsamı içindedir. Bir binada ihtiyaca ve istenilen standartlara göre mekanik tesisat sistemleri tasarlanır. Bu sistemlerin çeşitliliği binadan binaya farklılık göstermektedir. Bu

sistemlerin kurulumu bina içerisinde birbiriyle koordineli olmalıdır. Bunun sebebi bina içinde kurulan bu çeşitli sistemler için ayrılan boşlukların genellikle ortak olmasıdır.

Yüksek teknolojiye, sağlık hizmetlerine ve biyoteknoloji sektörlerine odaklananlar gibi teknik olarak zorlu projelerdeki Mekanik, Elektrik ve Tesisat (MEP) sistemleri bazen proje değerinin % 50'sinden fazlasını oluşturabilir. Bu nedenle, MEP sistemlerinin bu tür projeler üzerinde koordinasyonu ve yönlendirilmesi büyük bir çaba gerektirir. MEP sistemlerinin, tesisatlar için oluşturulan tasarım, yapım ve bakım kriterleri altında sınırlı bir alanda yönlendirilmesi gerekir. Sınırlı alanlarda tasarlanan tesisatların birbirlerine göre konumları bazı zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Bu zorlukları minimize edeceğini veya ortadan kaldıracığını vadeden yeni sistemler geliştirilmektedir. Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) araçlarının ve süreçlerinin kullanılması, MEP koordinasyon sürecinin zorluklarını ele alma vaadinde bulunmaktadır [2].

BIM binada kullanılacak mekanik tesisatların seçimi, kurulumu ve uygulanabilirliği için çeşitli avantajlar sağlar. Binanın sanal modeli üzerinde yapılan çeşitli analizlerle bina için uygun tesisat tipleri seçimi yapılabilir. 3 boyutlu olarak oluşturulan çeşitli alt mekanik dallara ait projeler 3 boyutlu olarak birleştirilerek oluşan çakışmalar tespit edilebilir ve bu aşamada gerekli tedbirler alınır. Ayrıca bina için en uygun olacak seçeneğin binanın sanal modeline uygulanma aşamaları simüle edilebilir.

Bu çalışmada seçilmiş örnek bir devlet hastanesinin geleneksel yöntemle 2 boyutlu olarak oluşturulmuş ameliyathane projesinin 3 boyutlu modeli oluşturulup, ortaya çıkan çakışmalar BIM'in çakışma tespiti ve koordinasyon özellikleri kullanılarak tekrar düzenlenmiştir. Bu şekilde bu yöntemin mekanik sistem kurulumu açısından geleneksel yöntemle göre ne gibi avantajlar sağladığı ve ne gibi farklılıklar oluşturduğu irdelenmiştir.

1.2. Yapı Bilgi Modellemesi (BIM)

1.2.1. BIM Nedir?

Yapı Bilgi Modellemesi (BIM–Building Information Modeling), mimarlık, mühendislik ve inşaat profesyonellerinin binaları ve altyapıları daha etkin şekilde

planlamaları, tasarımları, inşa etmeleri ve yönetmelerine yönelik kavrayış ve araçları sağlayan akıllı bir 3D model tabanlı süreçtir [3].

BIM kavramı, yapının yaşam döngüsü süresince mimar, mühendis ve diğer tüm yapı profesyonelleri arasında bir bilgi alışverişi ve verimli bir iş birliği ortamı yarattığı için mühendislik projelerine önemli düzeyde değer ve profesyonellik katmaktadır. Projenin yaşam döngüsü boyunca (planlama, tasarım, inşa etme, operasyon ve bakım) belge yönetimine, koordinasyona ve simülasyona olanak sağlar.

1.2.2. BIM Hakkında Genel Bilgi

Yapı Bilgi Modellemesi (BIM), mekanların fiziksel ve fonksiyonel özelliklerinin dijital temsillerinin üretilmesini ve yönetilmesini içeren çeşitli araçlar, teknolojiler ve sözleşmeler tarafından desteklenen bir süreçtir. Yapı bilgi modelleri, inşa edilmiş bir yapıyla ilgili karar almayı desteklemek için çıkarılabilen, değiştirilebilen veya ağa bağlanabilen dosyalardır. Mevcut BIM yazılımı su, atık yönetimi, elektrik, gaz, iletişim hizmetleri, yollar, demiryolları, köprüler, limanlar ve tüneller gibi çeşitli fiziksel altyapıları planlayan, tasarlayan, inşa eden, işleten ve sürdüren bireyler, işletmeler ve devlet kurumları tarafından kullanılmaktadır [4].

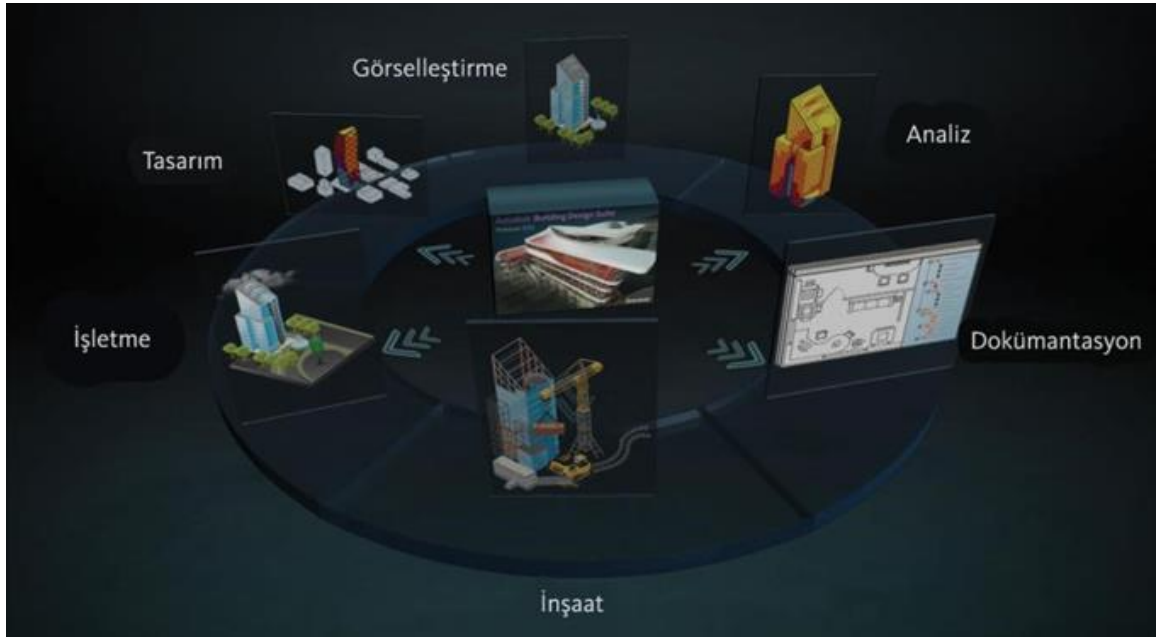
Yapı Bilgi Modellemesi'ni, günümüzde sadece işi kolaylaştıran bir sistem olarak görmek yeterli değildir. BIM süreci büyük çaplı projelerde artık bir ihtiyaç haline gelmiştir. Hatta İngiltere'de, ABD'de ve bazı kuzey Avrupa ülkelerinde kamu binalarında zorunlu hale getirilmiştir (Tekin, 2017). Yapı Bilgi Modelleme sistemi kurallarına uygun yönetilmesi gereken bir süreçtir.

Yapı Bilgi Modellemesi'ni hayata geçirebilmek için en önemli unsurlardan birisi de kuşkusuz standartların oluşturulması işlemidir. Başta Kuzey Avrupa ülkeleri olmak üzere, pek çok ülke BIM konusunda kendi standartlarının ve BIM kılavuzlarını geliştirmiştir. Standartlar oluşturulurken, ülkenin ve uluslararası sektörün bir ihtiyacı olarak global kurumlar ve veri tabanları da ortaya çıkmıştır. BIM, bilgi değişimleri konusunda standart ve ortak veri tabanı oluşturulmasına katkı veren uluslararası bir kurum olup amacı; yazılımlardan bağımsız olarak, geometrik verilerin yanı sıra geometrik olmayan verileri

de tek bir veri tabanında tutmaktır. Bu veri tabanı da proje yaşam döngüsünün tüm aşamalarında kullanılır.

1.2.3. BIM Faydaları

BIM sadece ilerlemiş bir teknoloji değildir. BIM yaklaşımıyla proje tasarım süreci ve bina yapım süreci de değişiklik göstermektedir [5]. BIM anlayışı ile plan çizimleri, kesitler, detaylar, grafiksel gösterimler ve bilgi girişleri 2 boyutta olanın aksine çok gelişmiştir [6]. Bu şekilde yapı projelerinin oluşturması mimarlara, mühendislere ve yüklenicilere birçok avantaj sağlamaktadır. Bu avantajların şematik gösterimi şekil 1’ de gösterilmiştir.



Şekil 1. BIM Kullanmanın Faydaları.

1.2.3.1. Görsellik

BIM, büyük bir görselleştirme aracı olarak kullanılabilir. Yapı Bilgi Modellemesi ile yapının üç boyutlu sanal bir temsilini oluşturulabilir. İnşaat yöneticisi projenin ihale aşamasında görüntüsünü alabilir, sanal olarak yapıyı gezebilir ve modeli kısımlara ayırabilir [7].

Görselleştirme yapının son hali hakkında gerçeğe çok yakın bir tahmin oluşturur. Bu sayede söz konusu alanın efektif kullanımı ve estetik görünümü hakkında yorum yapılabilir.



Şekil 2. Tasarım ve Gerçek Görüntü

Görselleştirme yapının son hali hakkında gerçeğe çok yakın bir tahmin oluşturur. Bu sayede söz konusu alanın efektif kullanımı ve estetik görünümü hakkında yorum yapılabilir.

1.2.3.2. Koordinasyon

İnşaat ekibi ile mimarlar, mühendisler ve yüklenici projenin ilk aşamalarında iş birliği sağlamak ister. BIM anlayışı iş birliğini modelleme aşamasında oluşturur. Özellikle mekanik ve elektrik tesisatlarını projelendiren mühendisler aynı model üzerinde çalışırken meydana gelen koordinasyon sıkıntıları proje aşamasında fark edilip, giderilebilir [8].

1.2.3.3. Prefabrikasyon

Prefabrikasyon sahadaki işgücünü ve şantiye süresini azaltırken kaliteli inşaat hassasiyetini artırır. Prefabrikasyon için saha görseli ve tasarım gerekir. BIM yapıdaki bileşenlerin özelliklerini, kısımlarını ve üç boyutlu görüntüsünü sağlayabildiği için bahsedilen düzeyde hassas saha ortamı sanal olarak oluşturulur. Ön imalatı yapılacak bileşenler doğru ve zamanında sahadaki yerini alır, böylece zaman ve para tasarrufu sağlanmış olur [8].

1.2.3.4. Planlama

BIM yazılımında bulunan 4D Phasing özellikleri ile iş ve saha planlamaları yapılabilir. İş kalemleri arasındaki çakışmalar önlenir ve verimli şantiye akışı sağlanabilir. Yükleniciler BIM platformu ile projenin sonunu beklemeden proje aşamasında iş planlamasına başlayabilirler [8].

1.2.3.5. Düşük Hata Oranı

BIM ile sanal tasarım, inşaat dokümanlarındaki eksikleri ve hataları azaltır. İnşaat sürecindeki olası hataların tasarım aşamasında giderilmesini sağlar. Birlikte çalışabilen tasarım ekibi model ve veri alışverişi ile bilgilerin doğru olduğundan emin olabilir.

1.2.3.6. İş Birliği

Paylaşılabilir 3D model üzerinde çalışabilme imkânı projeye dâhil olan iş ortakları, tasarım ve mühendislik disiplinlerinin güncel bilgiye kolay bir şekilde ulaşabilmelerine

olanak sağlar. Tasarlanan 3D yapı ile konuya daha hızlı adapte olmalarını ve en iyi sonuca ulaşabilmeleri için gerekli altyapıyı oluşturur [9].

1.2.4. BIM Aşamaları

BIM olgunluğu teknoloji, süreç ve politika bileşenlerini içerir ve bunlar Şekil 3' de görüldüğü gibi üç aşamaya ayrılmıştır:

- BIM Aşama 1: Nesne tabanlı modelleme
- BIM Aşama 2: Model tabanlı işbirliği
- BIM Aşama 3: Ağ tabanlı entegrasyon



Şekil 3. BIM Olgunluk Aşamaları

BIM Aşama 1: BIM uygulaması, nesne tabanlı bir 3 boyutlu parametrik yazılım aracının uygulanması ile başlatılır. Aşama 1'de, kullanıcılar üç proje yaşam döngüsü aşaması olan tasarım, inşaat veya işletme içerisinde tek disiplinli modeller üretir. Aşama 1'deki işbirlikçi uygulamalar BIM öncesi durum ile benzerlik gösterir ve farklı disiplinler arasında önemli bir model-temelli değişim yoktur. Proje paydaşları arasındaki veri alışverişi tek yönlüdür ve iletişim asenkron ve ayrıktır.

BIM Aşama 2: Bu aşamada aktif iş birliği söz konusudur. Model tabanlı iş birliğinin iki farklı örneği, modellerin veya kısmi modellerin tescilli formatlar ve tescilli olmayan formatlar arasında değişimi (birlikte çalışabilir değişimi) yapmasıdır. Model tabanlı iş birliği, bir veya iki proje yaşam döngüsü aşaması arasında gerçekleşebilir.

BIM Aşama 3: Bu aşamada, proje yaşam döngüsü aşamalarında anlamsal olarak zengin tümleşik modeller oluşturulur, paylaşılır ve korunur. Bu entegrasyon, model sunucu

teknolojileri (tescilli veya tescilli olmayan formatlar kullanarak), tek birleşik/dağıtılmış birleşik veri tabanları ve / veya hizmet olarak yazılım çözümleri ile sağlanabilir.

1.2.5. Geleneksel Yöntem İle BIM Yöntemi Arasındaki Farklar

Geleneksel yöntem ile tasarım aşamasında mimari proje taslak olarak oluşturulur ve yapımı talep eden idare veya işletme sahibine sunulur. Kabul edilen taslak mimari olarak 2 boyutlu olarak projelendirilir ve diğer disiplinlere (inşaat, mekanik, elektrik) aktarılır. Diğer disiplinler her biri ayrı ayrı olmak üzere binada talep edilen fonksiyonlara göre 2 boyutlu projelerini çizerler. Fakat 2 boyutlu projeler her zaman doğru analiz vermez. AEC uzmanları 2D çizimlerdeki hataları belirlemek için yoğun çaba göstermektedirler. Ancak inşaat başlamadan önce çatışmaların tespiti konusunda çok çalıştıktan sonra bile, yapım aşaması sırasında mimarlar ve mühendisler büyük oranda tasarım problemleri bulabilmektedirler. Elle veya bilgisayar destekli çizim metotlarına göre BIM'in temel avantajlarından biri, doğru proje çizimleri ve inşaat belgelerini zamanında ve hızlı bir şekilde sunarak, inşaat sürecinde olası çatışmaları önleme kabiliyetidir. Ayrıca BIM, kullanıcılara proje ekipleri arasında koordinasyon eksikliğinden kaynaklanan hataları veya çakışmaları önleyen, proje bilgilerini aktarma konusunda tutarlı bir yöntem sunar.

Geleneksel yöntemde hazırlanacak tesisat projeleri kapsamına göre çeşitli alt dalları içerebilir ve bu alt dallar farklı mühendisler tarafından çizilebilir. Örneğin bir projeye ait farklı alt dallarda mekanik tesisat projeleri farklı mühendisler tarafından herhangi bir koordinasyon olmaksızın çizilebilmektedir. Bu da tüm tasarım için tutarsızlıkları kaçınılmaz kılmaktadır. Yapım işlerinde en büyük çatışmalar müteahhit tasarım çizimlerini aldığı ve herkes sahadayken ve çalışırken ortaya çıkar. Tasarımlar arasında çakışmaları bulmak için 2D tasarımlar birbirleriyle karşılaştırılır. Yapı mühendisleri, MEP mühendisleri vb. tasarımlarını ayrı ayrı geliştirdikleri için, bu tasarımları farklı çizimler üzerinde karşılaştırmak çatışmaları kolayca gözden kaçıran bir süreçtir. Fakat BIM ile dünyanın neresinde olursanız olun projeyi birlikte ve koordinasyonlu şekilde yürütebilirsiniz. Bu özellik, uluslararası projelerde ve büyük yapılarda çok önemlidir.

BIM yönteminde 3 boyutlu model üzerinden farklı alternatif uygulanabilir projeler oluşturarak daha geniş ölçekte maliyet, tasarım ve etkinlik karşılaştırması daha az zaman

kaybına yol açacak şekilde kullanılabilir. BIM ile birden çok senaryo tüm parametreleriyle tasarlanarak sunumu yapılabilir. BIM, çeşitli analizler (enerji, maliyet vb.) yardımıyla tasarım değerlendirmelerine olanak sağlar. Bu değerlendirmeler mimar-mühendisler işletme sahibi veya kullanıcıların seçimlerinde yardımcı olabilir.

1.3. Mekanik Tesisat Sistemleri

1.3.1. Mekanik Tesisat Nedir?

Endüstride inşaat hizmetleri olarak da bilinen Mekanik, Elektrik ve Tesisat (MEP), binaların elektrik, iletişim, ısıtma/soğutma ve havalandırma, su temini ve atılmasını sağlayarak yaşanabilir hale getiren bir binadaki aktif sistemlerdir.

Mekanik tesisat işleri bir yapının özneliklerinin oluşması adına gerekli olan sistemlerin binaya kurulmasını içerir. Bu öznelikler mahal, oda veya departmana özgü niteliklerdir. Bir mahalın havalandırma, su, yangın güvenliği vb. ihtiyaçları mekanik tesisat sistemleri tarafından karşılanır. Mekanik tesisat sistemleri bir binanın çeşitli standartları edinmesi için kilit bir faktör olarak yer edinmektedir. Bir binanın çevresel faktörler, konfor şartları, can güvenliği ve insan sağlığı vb. konularda var olan çeşitli standartlara sahip olmasında bu sistemlerin büyük rolü vardır. Bazı standartlar özellikle bazı mekanik tesisat sistemlerini (yangın yönetmeliği-yağmurlama yangından korunma tesisatı gibi) direkt olarak gerektirirler.

1.3.2. Bir Binada Kullanılan Mekanik Tesisat Sistemleri

Bir binada kullanılan mekanik tesisat sistemleri başlıca şunlardır[10]:

- Isıtma Tesisatı
- Soğutma Tesisatı (Klima Tesisatı)
- Havalandırma Tesisatı
- Temiz ve Pissu Tesisatı (Sihhi Tesisatı)
- Yangın Tesisatı

- Medikal Gaz Tesisatı
- Doğalgaz Tesisatı

1.3.2.1. Isıtma Tesisatı

Isıtma sistemleri, kullanım mekanlarının istenen sıcaklıkta tutulabilmesi için iç ortamdan dış ortama (çevreye) olan ısı kaybının karşılanması prensibi ile çalışan sistemlerdir.

1.3.2.2. Soğutma Tesisatı (Klima Tesisatı)

Soğutma, bir maddenin veya ortamın sıcaklığını, onu çevreleyen ortamın sıcaklığının altına indirmek ve orada muhafaza etmek üzere ısısının alınması işlemine denir. Soğutulmuş akışkanın borular vasıtasıyla nihai soğutucu cihazlara ulaştırmak yoluyla klima tesisat işlemi yapılır.

1.3.2.3. Havalandırma Tesisatı

Havalandırma, kapalı bir alana doğal ya da mekanik yolla temiz hava akımı sağlanmasıdır. İçeri temiz hava girerken, buna eşdeğer hacimde, zararlı gazlarla, kokularla, tozlarla kirlenmiş ve ısınmış hava dışarı atılır. Mekanik yolla havalandırma, kapalı bölmelere temiz hava emen ya da kirli havayı dışarı atan fanlarla yapılır. Isı ve rüzgâr gibi etkilere bağlı olmayan mekanik havalandırma, kolayca denetlenebilir. Bu nedenle bunlar belirli bir hızda hava değişiminin zorunlu olduğu yerlerde yaygın olarak kullanılır. Kapalı hacimlerdeki oksijen oranının doğal koşullarda olması gereken seviyede tutulmasını sağlamanın en kolay yolu havalandırma yapılmasıdır. Kullanım sonucu oksijen oranı azalmış ve kirlenmiş (halı, elbise tüyü, parfüm, ter kokusu vs.) hava atmosfere atılır, yerine dışarıdan, yüksek oksijenli ve kirlenmemiş (gerekli filtre sistemlerinden geçirilerek) taze hava alınır. İnsan sağlığının ve verimliliğinin en önemli

koşullarından birisi budur. Kirli havanın dış ortama atılması ve dış ortamdan alınan taze havanın filtrelenmesi, zararlı maddelerden arındırılması, istenilen sıcaklık ve nem değerlerine getirilerek iç ortama verilmesi havalandırma sisteminin kapsamındadır.

1.3.2.4. Sıhhi Tesisatı

Sıhhi tesisat, yapı için gerekli olan suyun temini, depolanması, ısıtılması, yumuşatılması, basınçlandırılması ve dağıtımı, pis suyun atılması, atık suyun arıtılması, yağmur suyu tahliyesi ve yangın söndürme konularını içerir.

1.3.2.5. Yangın Tesisatı

Yangından korunma sistemleri; olası yangın anında insan sağlığına ve eşyalara zarar gelmeden yangını söndürmek amacıyla yapılan tesisat ve sistemlerdir. Binalarda yangın tesisatı: söndürme sistemleri, duman tahliye sistemleri ve basınçlandırma sistemlerinden oluşmaktadır.

1.3.2.6. Medikal Gaz Tesisatı

Sağlık tesislerinde ameliyathane, doğumhane, müdahale odaları gibi cerrahi operasyon yapılan bölümler ile yoğun bakım, reanimasyon servisi, hasta odaları gibi bakım, tedavi alanlarında ve cerrahi aletleri çalıştırmak için medikal gazlar kullanılmaktadır. Bu gazları kullanım noktaları olan uç birimlere kadar dağıtan borulama sistemine medikal gaz tesisatı, bu noktalarda vakum sağlamak için yapılan sisteme medikal vakum tesisatı ve operasyon odaları ile uyutma, uyanma odalarında anestezi gazlarını uzaklaştırmak için yapılan sisteme anestetik atık gaz tesisatı denilmektedir.

1.3.2.7. Doğalgaz Tesisatı

Evlerde, sanayi tesislerinde ve iş yerlerinde kullanılan doğalgaz renksiz, kokusuz ve havadan daha hafif bir gazdır. Bu doğrultuda doğalgaz kullanımının güvenli ve kontrollü bir şekilde yapılabilmesi işlemdir.

1.4. BIM ve Mekanik Tesisat Sistemleri

Ülkemizde bina servis projeleri genellikle farklı ofis ortamlarında mekanik ve elektrik tesisat projeleri olarak hazırlanmaktadır. Farklı ekiplerin hazırlamış oldukları bu projelerin bir araya getirilip koordine edilmesi esnasında büyük sorunlar yaşanmakta, iki boyutta koordine edilmiş olsalar dahi 3. boyutta sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu tür belirsizliklerin çözümleri genellikle şantiye ortamında aranmakta, ciddi zaman ve para kayıplarına yol açmaktadır.

Projelerin uyumsuzluğundan kaynaklanan bu sorunların çözülebilmesi için bina servis projeleri aynı dili konuşabilen tasarım programları ile hazırlanmalı ve bu programların elverdiği ölçüde koordine edilmelidir.

Dünyada yaygın olarak kabul görmüş ve sık kullanılan Yapı Bilgi Modellemesi ile uyumlu çalışan tasarım programları Autodesk ve Bentley firmalarının üretmiş olduğu yazılımlardır. Bu yazılımlar sayesinde binanın dijital bir modeli oluşturulmakta, simülasyonlar, enerji analizleri yapılmakta, olası çakışmalar tespit edilmekte ve raporlanabilmektedir. Bahsedilen bu özellikler sayesinde bina için gerekli olan optimum mühendislik çözümlerine ulaşılabilmekte ve şantiye süreci için daha gerçekçi çözümler elde edilebilmektedir.

BIM anlayışı verimlilik artışı sağlamanın yanı sıra, proje tasarımcıları ve yüklenicilerine tasarımın görselini ve simülasyonunu dijital olarak oluşturabilme imkânı verir. Bununla birlikte tasarımcılar, tasarımın temel fiziksel ve işlevsel özelliklerini analiz edebilir. Yapı inşa edilmeden önce elde edilebilen bu veriler sayesinde analizler, daha gerçekçi olarak yorumlanabilir.

Bu yaklaşım projenin yaşam döngüsü boyunca, projeye dâhil olan meslek gruplarına çeşitli yararlar sağlamaktadır. Mimarlar tasarımlarında daha az hata ile gerçeğe yakın modeller oluşturabilir, bina servis projelerini tasarlayan mühendisle koordinasyon sağlayarak karmaşık tesisat sistemlerini çözüme ulaştırabilir, inşaat ekipleri çalışma planı oluşturarak ön sipariş verebilir ve şantiye sürecini kısaltabilirler.

BIM anlayışının şantiye sürecindeki iş tekrarlarını azaltarak maliyeti düşürdüğü, bunun yanı sıra zamandan tasarruf sağladığı ve meslek grupları arasındaki koordinasyon sorununu tasarım aşamasında giderdiği anlaşılmaktadır.

1.5. Ameliyathane Tasarımı

1.5.1. Mevzuat ve Standartlar

Hastanelerdeki temiz oda uygulamalarının temel nedeni hastane enfeksiyonlarının etkisinin azaltılması isteğidir. Hastane enfeksiyonu olarak bilinen mikroorganizmalar, hastaneye yatıştan sonra veya hastaneden taburcu olduktan sonra gelişen enfeksiyonlardır. Hastanelerde enfeksiyon açısından en riskli bölgeler: Ameliyathaneler, onkoloji, yoğun bakım ve sterilizasyon üniteleridir .

Yüksek hijyen gerektiren mahallerde hava yolu ile bulaşan enfeksiyon oldukça önem taşımaktadır. Hava yoluyla bulaşan enfeksiyonlar tesisat mühendislerini yakından ilgilendirmekte, bu nedenle hastanelerin hijyenik alanları için hijyenik klima ve havalandırma kavramı geliştirilmiştir. Hijyenik mahallerin klima ve havalandırması ile ilgili çeşitli ülkeler kendi standartlarını oluşturmuştur.

Ameliyathaneler de diğer mahallerde olduğu gibi çeşitli mekânsal gereksinimleri olan yerlerdir. Fakat bu gereksinimler diğer çoğu mekana göre daha hassas tasarım parametreleri içeren standartlara dayanmaktadır. Hijyenik klima ve havalandırma sistemlerinin tasarımında dikkat edilmesi gereken parametreler konfor uygulamalarına oranla daha fazladır. Bu parametreler birçok standart ve kılavuzda tanımlanmıştır. Neredeyse her ülkeye ait standart ya da kılavuz bulunabilmekle birlikte, ancak uluslararası

çapta bu standartların birkaçı (DIN 1946/4, ASHRAE ve AIA kılavuzları) ağırlıklı olarak kullanılmaktadır.

Ülkemizde, hastaneler ve steril ortamlar konusunda çevirisi yapılarak yayınlanmış bulunan TS ISO 14644–1/2/4/5/7 Standardı ile 2002 Tarihinde yayınlanarak günümüze kadar çeşitli değişiklikleri kapsayan Sağlık Bakanlığı Özel Hastaneler Yönetmeliği ve Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları 2010 Yılı Kılavuzu bulunmaktadır. Ülkemizde hastane tesisatı mekanik proje tasarımında en çok DIN 1946–4 Standardı kullanılmakta ve kabul görmektedir. Bu standarda uygun olarak yapılmış bir ameliyathanede 30 kat daha fazla hijyen elde etmek mümkündür.

1.5.2. Tasarım Parametreleri

Temiz odada ne gibi bir işlem yürütüleceği ve bu yürütülecek işlem için ortamda bulunabilecek maksimum tanecik konsantrasyonu ve çapı tasarımda dikkate alınması gereken parametrelerin başında gelir. Diğer önemli parametreler ise oda basıncı ve odadaki hava hızı, sıcaklık, nem, ses şiddeti, titreşim ve statik elektriktir.

Hastanelerde diğer yapı türlerinden farklı olarak asgari hijyen şartlarının üstünde bazı bölümlerin temizlik sınıflarına ayrıldığı ve bu bölümlerde kademeli olarak tam steril, yarı steril, kirli, az kirli bölümlerin olduğu ve bölümler arası geçiş ve bağlantılarda insan, eşya ve hava geçişinin belli kurallara göre belirlendiğinin ve önlem alınması gerektiği bilinmektedir.

İyi bir temiz oda tasarımı, binanın mimari projelendirilmesi ile başlar. Bu aşamada temiz odaların konumları belirlenirken çevre mahallerin de işlevleri iyi analiz edilmelidir. İnşaat aşamasında odanın yapı malzemesine kadar dikkat edilmesi gereken çok önemli hususlar vardır. Daha sonraki aşama ise binanın ve odanın mekanik havalandırma tesisatı ve çalışanların eğitilmesi konusudur. Sistemin işletme şartları, servis ve bakım faaliyetleri, ortamda kullanılan cihazlar ve özellikleri dikkat edilmesi gereken diğer parametrelerdir. Steril alanlar planlanırken özellikle iklimlendirme sistemi, yer kaplaması, duvar ve tavan panelleri, aydınlatma ve otomatik kontrol sistemi bir bütün olarak kabul edilmelidir. Odanın temizlik sınıfı belirlenirken bu işlemler tamamıyla birbirine bağlantılıdır. İyi bir

temiz oda tasarımının amacı, kurulum ve işletme maliyetlerini makul bir düzeyde korurken bu faktörleri kontrol etmektir.

Temiz oda ile ilgili iklimlendirme tesisatının gerek tasarım gerek uygulama ve test çalışmalarının standardı ne kadar yüksek olursa olsun temiz odadaki yapım işleri temiz oda standartlarına uygun olarak yapılmadığı takdirde, temiz oda temizlik sınıfını elde etmek çok zordur.

1.5.2.1. Hijyenik Havalandırma

Ameliyat sırasında enfeksiyon yaratan kirlilik ameliyat bölgesine temas yoluyla ve hava yoluyla olmak üzere iki şekilde taşınabilir. Bu taşınma sonucunda da ameliyat bölgesi enfeksiyonu görülebilir. Bu enfeksiyon ise ameliyatın başarısız olmasına, hastanın tekrar tedavi görmesine hatta ameliyatın türüne bağlı olarak, hastanın hayatını kaybetmesine sebep olabilir.

Hastane ortamlarında, özellikle de ameliyat odalarında temiz hava kullanılmasının temel nedeni aseptik bir ortam yaratıp, yaratılmış bu aseptik ortamı korumaktır. Aseptik ortam, uygun debilerde temiz hava sağlayıp, yine uygun debilerde ve uygun noktalardan havanın çekilmesiyle sağlanır. Havanın temizliğinin yanı sıra yatırım ve özellikle işletme giderlerinin de planlanma safhasında göz önünde bulundurulması gereklidir.

Modern ameliyathaneler bu nedenle personel, hasta, ekipman ve ameliyat yönteminin kendine özgü özelliklerine uygun olarak tasarlanmalıdır.

1.5.2.2. Hijyenik Havalandırma Tasarım Esasları

1.5.2.2.1. Hava Debisi

Ameliyathanelerde narkoz, anestetik gazlar, çeşitli kimyasallar, ilaç ve solüsyonlar, ter vb. maddelerin kokuları operasyon ekibi üzerinde rahatsız edici etki yaratır. Özellikle uzun süreli operasyonlarda ameliyathane havasının kalitesi düştüğünden operasyon ekibi rahatsız olmaktadır. Bu nedenle atık gaz ve kötü koku konsantrasyonunu azaltmak için ameliyathanelere mutlaka partikül ve mikroorganizmalardan arındırılmış taze hava verilmesi gerekir. Hava debisi belirlenirken, steril koşulların gözetilmesi kadar iç yükleri karşılayarak konfor şartlarını sağlayacak miktarı göz önüne alınır.

1.5.2.2.2. Hava Değişim Sayıları

Tam dış havalı sistemlerde ortama verilen havanın tamamı taze hava olurken birçok standart ve kılavuz enerji tasarrufu için karışım havalı sistemleri de önermektedir. Hijyenik ortamdan istenen basınç ilişkisini koruyacak debilerde hava egzoz edilmelidir. Ayrıca egzoz menfezlerinin yerlerinin seçiminde özen gösterilmelidir. Egzoz yapılırken ortam içerisindeki hava akışının ve ortam havasındaki parçacıkların egzoz menfezlerine yönlendirilmesi sağlanmalıdır.

1.5.2.2.3. Hava Hızı

Hava hızı, hava dağılımının düzgün ya da karışık olacağı konusunda belirleyici bir faktördür. Laminer hava akımında, havanın dağıtmadan bir süpürge gibi alıp götürdüğü tanecikler, türbülanslı akışta etrafa dağılırlar. Çok düşük hızlarda taneciklerin çökerek oda içinde yerleşip büyümeleri söz konusu olacağı gibi, yüksek hızlarda da taneciklerin çarpışarak birbirlerine yapışmaları ve büyümeleri söz konusudur.

1.5.2.2.4. Sıcaklık ve Nem

Ameliyat odasının sıcaklığı cerrahi ekibin konfor hissi üzerinde büyük önem teşkil etmektedir. Personelin konforu kadar ameliyatın türü de sıcaklığın belirlenmesinde önem taşımaktadır. Örneğin genelde kalp ameliyatları 15-16°C’de başlamakta ve ameliyat sırasında odanın sıcaklığı 26°C’ye kadar yükseltilmektedir. Organ nakilleri için ise ameliyat odası sıcaklığı genelde 15-16°C olarak belirlenmektedir. Pediatrik ameliyatlarda ameliyat odası sıcaklığının 30°C civarında olması istenmektedir. Oda sıcaklığı üfleme havasından kontrol edilmelidir. İyi bir hava dağıtıcısı ile sıcaklık bakımından odada homojen bir dağılımın sağlanması gerekir.

Ameliyat odasının bağıl nem oranı da personelin konfor hissi üzerinde büyük paya sahiptir. Ayrıca bağıl nem oranı ameliyat bölgesindeki yaranın kurummasında ve kanın pıhtılaşmasında büyük bir etkidir. Sıcaklık ve nem değerlerinin belirlenmesinde operasyon cinsi ve kullanıcı isteği dikkate alınmalıdır.

1.5.2.2.5. Basınç

Basınçlandırma, kirli bölgeyi temiz bölgeden ayırarak iç ortamın hava kalitesini arttırmak amacıyla kullanılmaktadır. Hava akışını sürekli olarak temiz ortamdaki daha kirli ortama doğru tutmak için ameliyat odaları pozitif basınç altında tutulmalıdır. Ameliyat odaları komşu mahallere hava akışını sağlayacak şekilde basınçlandırılmalıdır. Bu basınç ilişkisinin korunabilmesi için havalandırma sisteminin sürekli çalışır durumda tutulması gerekmektedir.

1.5.2.2.6. Kanal Sistemi

Hava, cihaz içerisindeki en son filtreleme aşamasından sonra temiz odaya kanallar sayesinde taşınır. Binanın yapısına bağlı olarak kanal boyutları ve geometrisi değişebilir. Bazı projelerde hava cihazdan çok kanalla temas halindedir ve mahale gelen hava en son

kanalla temas ettiğinden buradaki süreç büyük bir öneme sahiptir. Partikül birikimine sebep olma olasılığı olan fleksibül kanallar, sadece cihaz bağlantı ağızlarında tercih edilmeli ve boyları 2 metreyi geçmemelidir.

Temiz ve steril alanlar için kurulan iklimlendirme sistemlerinde hava nakli nedeniyle oluşan enerji giderlerinin en düşük seviyeye indirilmesi, basınç kayıplarının azaltılması ile sağlanır.

1.5.2.2.7. Filtreler

Genellikle 1 ve 2. filtre kademeleri cihaz içinde, 3. kademe filtre oda içindeki son hava üfleme ünitesinden (menfezden) hemen önce yerleştirilir. Sınıf 1a ve 1b operasyon odalarında, üç kademeli bir hava filtrasyonu şarttır.

1.5.2.2.8. Parçacık ve Mikro-organizma Sayısı

Genelde havadaki parçacıklar mikro-organizma taşıyıcı birer araçlardır. Dolayısıyla havadaki parçacık sayısı ile ameliyat bölgesi enfeksiyon riski doğru orantılıdır. Bu riski azaltmak için havanın filtrelenmesi gereklidir. Filtreleme işlemi için 0.3µm'den büyük parçacıklar için en az %99.97 verimliliğe sahip HEPA filtrelerin kullanılması gerekir.

1.5.3. Ameliyathanede Kullanılan Sistemler (Mimari, Mekanik, Elektrik)

Ameliyathanelerde çeşitli uzmanlık alanlarına ait belirli standartları oluşturmak amacıyla projeler oluşturulur. Bunlar mimari olarak ihtiyaca ve fonksiyona göre tasarlanmış mahalleri, ameliyathane için gerekli mekanik şartları sağlayacak sistemleri ve ameliyathane için gerekli elektriksel fonksiyonları sağlayacak sistemleri içerir.

1.5.3.1. Mimari Mahaller

Mimari olarak bir ameliyathanede bulunması gereken mahaller ameliyathane fonksiyon şemasına uygun olarak tasarlanır. Herhangi bir mahallin başka hangi mahallerle ilişkilendirileceği, mahallerin metrekare ve yükseklik ölçüleri, mahallerin fonksiyonuna göre yerleşim planları bu kısımda değerlendirilir.

1.5.3.2. Mekanik Sistemler

Ameliyathanede kullanılan mekanik tesisatlar genel olarak; hijyenik iklimlendirme tesisatı, medikal gaz tesisatı, yangın söndürme tesisatı, sıhhi tesisattır. Bu tesisatlar ameliyathanede çeşitli ihtiyaçları karşılamak üzere ilgili standartlara uygun olarak tasarlanır.

Hijyenik iklimlendirme tesisatı ameliyathanede ısı konforu, hava yoluyla mahaldeki partikül temizliğinin yapılmasını, havaya yayılan koku ve gazların mahalden uzaklaştırılmasını, ameliyathane odasının diğer mahallere göre pozitif olarak basınçlandırılmasını ve gerçekleştirilecek operasyon türüne göre gereken sıcaklık ve nem değerlerini sağlamaktadır.

Medikal gaz tesisatı ameliyathanelerde gerçekleştirilen operasyonlar için gerekli tıbbi gazların merkezi gaz santrali odasından ameliyat odasına taşınmasını sağlamaktadır.

Yangın söndürme tesisatı yangın güvenliği için, sıhhi tesisat da ameliyathane departmanına kullanım suyu temini için kullanılmaktadır.

1.5.3.3. Elektrik Sistemleri

Elektrik projesinde ameliyathane departmanında belirlenmiş olan aydınlatma armatürleri, kullanım prizleri, elektronik ve medikal cihazların elektrik beslemeleri vb. işlerin tasarımı yapılmaktadır. Ayrıca ameliyathane departmanının yangın algılama sistemi de bu kapsamda tasarlanır.

1.5.4. Ameliyathanede Tasarım İhtiyaçları ve Eksiklikler

1.5.4.1. Ameliyathane Mimari Tasarımı

Hastane mimarisinde uzmanlaşmış mimar, hijyen konusunda uzman bir doktor, hastane yöneticisi ve mekanik tesisat mühendisi gibi uzmanların işbirliği ile mimari proje hazırlanmalıdır. Ameliyathanenin yeri seçilirken, ısı kayıp ve kazançlarını minimumda tutabilmek için bunlar binanın çekirdek bölümünde ve ara katlarda yer alacak şekilde planlanmalıdır.

Mimari planlamada hastanın ameliyathane odasına girmeden önce bir hasta hazırlama odasına alınacağı, ameliyattan sonra da hasta uyanma odasına geçirileceği rasyonel bir akış yöntemi içinde düşünülmelidir.

1.5.4.2. Hijyenik Mahal Tasarım Problemleri ve Çözüm Yolları

Yapılara kullanım amacına göre fonksiyon kazandıran yapının mimari ve mühendislik projeleridir. Bir yapıda ana proje mimari projedir. Mimari proje esas alınarak diğer mühendislik projeleri hazırlanır ve uygulamaya yönelik olarak detaylandırılır.

Yapının kullanım amacına uygun olması, ancak tüm disiplin projelerinin birbirleriyle uyumu ile mümkündür. Ülkemizde uygulaması kabul gören şekliyle; hazırlık aşamasında koordineli çalışmalar ihmal edildiği için, projelerin yapım aşamasında şantiyede tamamlanması yönteminin sonucunda, tesisat, cihaz ve donanımlarının yerleşim ve geçiş yerlerinde karşılaşılabilecek zorluklar veya binanın işletme sürecinde ortaya çıkabilecek muhtemel olumsuzlukları önlemek mümkün olamamaktadır.

Yapım aşamasında mimari yerleşimin sıklıkla değiştirilmesi mantığı ile hareket edildiğinde bazı konuları yapım sürecinde veya sonrasında düzeltmek mümkün olamamaktadır. Örneğin, ofis kullanım amaçlı ticari fonksiyonlu bir binada yapım

sürecinde mekanların mimari yerleşim ve boyutları hizmet ve ticari kaygılara göre arzu edildiği şekilde değiştirilebilir. Ancak; söz konusu yapı hastane olduğunda, mekanların birbirleriyle fiziki bağlantıları, birbirlerine göre hijyen ve steril koşulları, temizlik sınıfları, kişi ve malzeme sirkülasyonları ile fiziki boyutlarını değiştirmenin ileride telafisi mümkün olmayan sonuçlara yol açabileceğinin dikkate alınması gerekir.

Hastanelerde steril alanların planlanması ve iklimlendirilmesi diğer mekanlardan ayrı olarak ele alınması gereken hassas bir konudur. Yatırımı ve maliyeti optimize edilmiş bir hijyenik mekan oluşturma hedefini gözardı etmeden, binanın daha ön projelendirme aşamasında, bütüncül bir planlamaya önem verilerek tüm meslek gruplarının yapının fikir aşamasından itibaren teşkil edilip, ana fonksiyon ve hizmet detaylarına ilişkin proje tasarım esaslarının belirlenmesi gerekmektedir. Fikir aşamasından başlayarak yatırımcının, konusunda uzman ve deneyimli mimar, mekanik, inşaat, elektrik-elektronik mühendisleri ile kurulması düşünülen sistemlerle ilgili mühendis ve uzmanlar başta olmak üzere hijyenistler ile uzman sağlık personelinden kurulu çalışma grubunu oluşturması gereklidir.

Ameliyathaneler çok sayıda ve titizlik içeren sistemlerden oluşmaktadır. Bu sistemlerin her biri ameliyathaneler için belirlenmiş standartlara uymak zorundadır. Ameliyathaneler tasarlanırken ameliyathane mahallerinin sağlamaları gereken standartlar fazla tolerans değerleri tanımayan standartlardır. Ayrıca bu standartların sağlanması çok fazla önem arz etmektedir. Bunun için inşa edilecek ameliyathane departmanına ait sistemlerin projelerinde tasarlandığı gibi yapılması gerekmektedir. Geleneksel tasarım yönteminde projeler birbirinden bağımsız ve 2 boyutlu çiziliyor olması yapının tasarımına uygun olarak inşa edilememesine neden olmaktadır. 2 boyutlu çizilen bir projenin 3 boyutlu inşası projenin yapıma tam olarak yansıtılamamasına neden olmaktadır. Birbirinden bağımsız olarak çizilen birçok sisteme ait projelerde de birbirleriyle çakışma göstermekte ve bu çakışmalar sahada çözülürken proje tasarımından uzaklaşılmasına sebep olmaktadır. Yapıda yaşanan her çakışma ve bu çakışmaların giderilmesi için yapılan her revizyon, projenin amacına uygunluğundan ve ameliyathane standartlarından uzaklaşılmasına sebep olmaktadır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Seçilen Ameliyathane

Bu çalışmada BIM yönteminin 3 boyutlu model oluşturma ve çakışma tespiti özellikleri kullanılarak mekanik sistem yerleşiminin uygun şekilde yapılması amacıyla Akçaabat Haçkalı Baba Devlet Hastanesi ameliyathane departmanı örnek proje olarak kullanılmıştır (Şekil 4). Ameliyathane departmanına ait mimari, havalandırma, sprinkler, medikal gaz ve fancoil tesisatı projeleri çalışma yapılmak üzere kullanılmıştır.

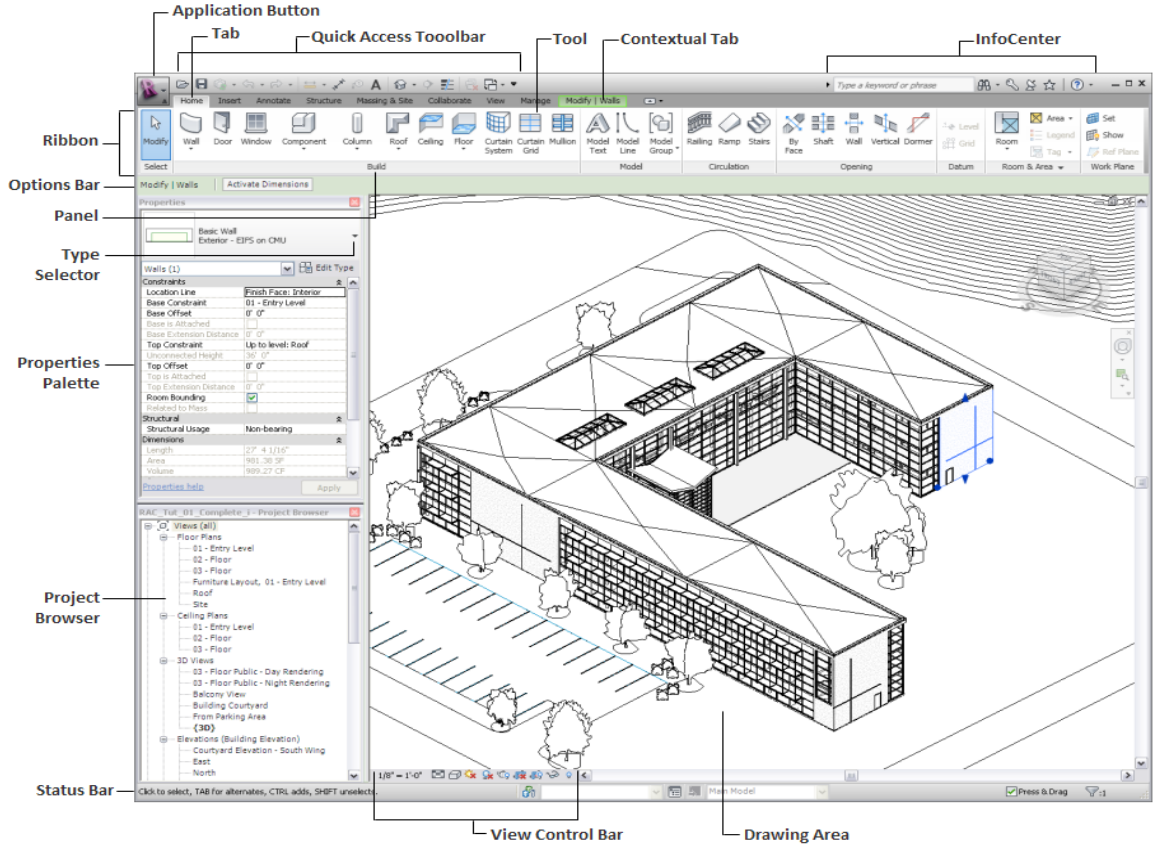


Şekil 4. Akçaabat Haçkalı Baba Devlet Hastanesi Dışarıdan Görünümü.

2.2. Kullanılan Modelleme Programı

Bu çalışmada örnek proje olarak kullanılan Akçaabat Haçkalı Baba Devlet Hastanesi ameliyathane departmanı Autodesk firmasına ait Revit programı kullanılarak modellenmiştir. Ayrıca farklı disiplinlere ait projeler arasında çakışma analizi yapmak için Autodesk firmasına ait Navisworks Manage programı kullanılmıştır.

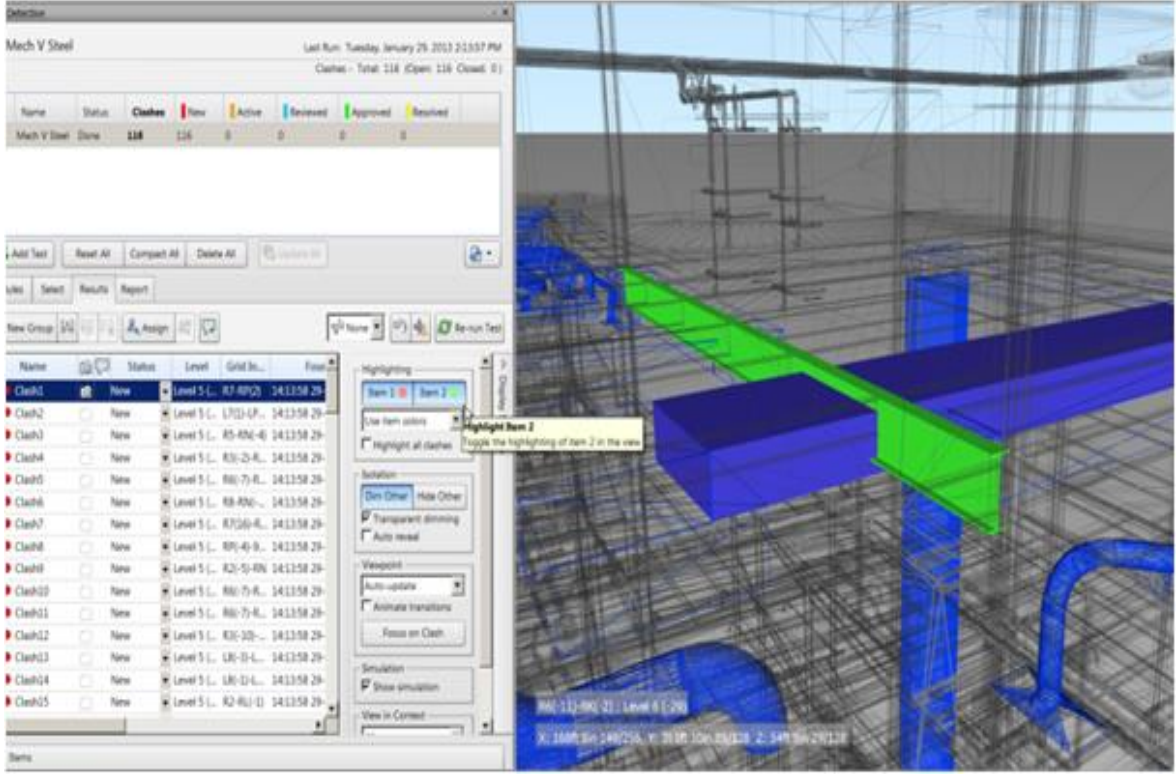
Revit, Autodesk'in parametrik modelleme yapmaya olanak sağlayan içerisinde metraj, analiz ve çeşitli hesaplama araçları barındıran BIM programıdır (Şekil 5). Autodesk tarafından geliştirilen Revit mimarlar, yapı mühendisleri, MEP mühendisleri, tasarımcılar ve yükleniciler için bilgi modelleme yazılımıdır. Kullanıcıların bir bina veya yapıyı ve bileşenlerini 3D olarak tasarlamalarına ve bina modelinin veri tabanından yapı bilgilerine erişmelerine olanak tanır.



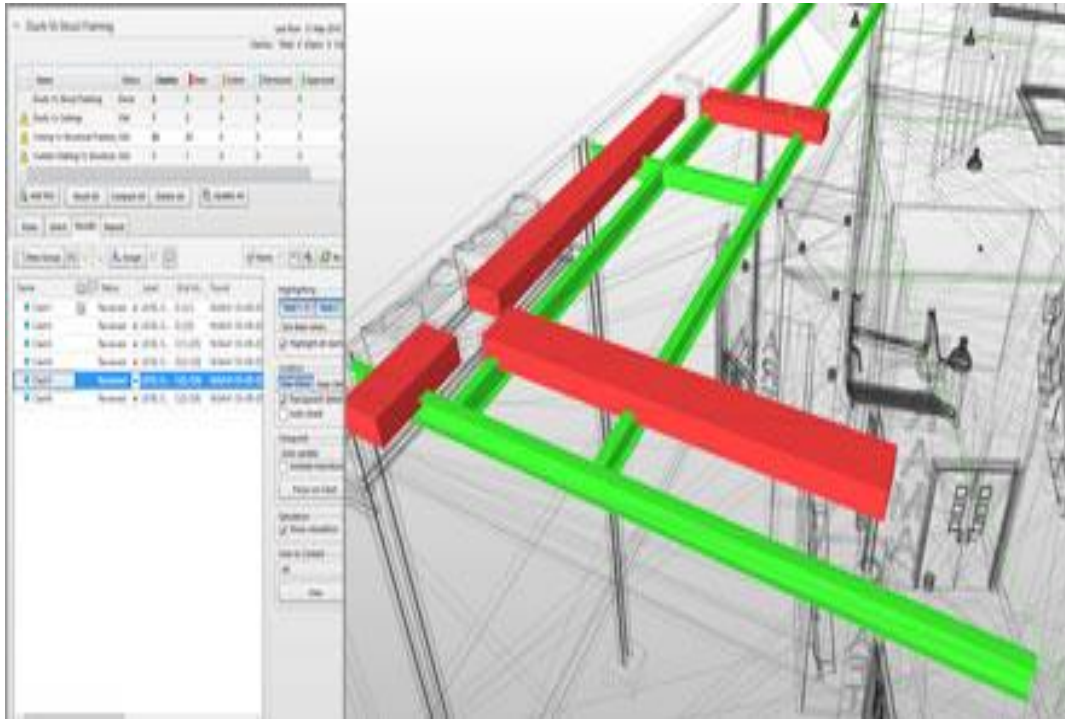
Şekil 5. Autodesk Revit Arayüzü.

Revit, binanın yaşam döngüsünde, konseptten yapıma ve daha sonra yıkıma çeşitli aşamaları planlamak ve takip etmek için gerekli araçlara sahip BIM yazılımıdır.

Navisworks Manage, Autodesk firmasına ait farklı disiplinlerin yapılan 3 boyutlu projelerini birleştirerek inşa edilecek yapı içerisindeki çakışmaları tespit etmeye yarayan programdır (Şekil 6 – şekil 7). Ayrıca bu yazılımla, yapımdaki malzeme kullanımının miktarı ve kalitesi kontrol edilebilir [11].



Şekil 6. Autodesk Navisworks Manage Arayüzü



Şekil 7. Autodesk Navisworks Manage Arayüzü

Ameliyathaneye ait 2 boyutlu projeler Autodesk Revit programı kullanılarak 3 boyutlu hale getirilmiş ve Autodesk Navisworks Manage programıyla çakışma tespitleri yapılmıştır.

Revit programında mekanik tesisat projesi hazırlanırken Revit içinde bulunan hazır Şablon (Template) dosyalarından uygun olanı seçilir. Böylelikle hazırlanacak model için gerekli ayarlamalar oluşturulur. Şablonlar mimari, yapısal, mekanik, elektrik ve borulama olarak mevcuttur.

Revit mekanik tesisat oluşturulurken gerekli cihaz ve ekipman aileleri (family) programın kütüphanesinden veya internetteki obje aileleri sitelerinden indirilerek kullanılabilir. Aileler çizimlerde kullanılan 3 boyutlu obje temsilleridir. Bu obje aileleri oluşturulurken aile içinde temsil ettikleri objelere ait bilgiler işlenir. Bu bilgiler geometrik ölçüler olabileceği gibi farklı parametrik veriler de olabilmektedir. Bu bilgiler obje ailesinin detay seviyesine göre farklılıklar göstermektedir. Tesisat modellerinde kullanılan cihaz, materyal ve fittingslerin hepsi birer obje ailesidir.

Modellerde kullanılan havalandırma kanalları ve tesisat boruları birer obje ailesi olmayıp bunlar program içinde tanımlı çeşitli kanal ve boru tiplerinden kullanılmaktadır. Tanımlı olmayan kanal ve boru tipleri de tanımlı olan kanal ve boru tiplerinden kopyalanıp özellikleri değiştirilerek elde edilir. Havalandırma kanalları ve tesisat borularının tipleri, çap ve kesit değerleri, akışkan özellikleri ve eğim değerleri Revit içinden ayarlanabilir. Havalandırma kanalları ve tesisat boruları programın yönlendirme tercihleri kısmından kullanılacak fittings tipleri ayarlanabilmektedir. 2D den farklı olarak 3D modelde bu kısımda belirtilen fittings tiplerinden başka fittings oluşturulmaz. Belirtilen fittings tiplerinin geometrik olarak bağlanabilirliği belirli kurallar çerçevesinde olur. Fittings bağlantı seçeneğinden farklı bir şekilde kanala veya boruya bağlanmak istenirse program hata verir ve bağlantı gerçekleşmez. Bu kanal veya boru sisteminin uygulanabilirliğinin denetlenmesi açısından çok önemlidir. Bu şekilde kanal veya boru sistemi inşa edilebilirliği çizim esnasında fark edilerek kanal ve boru tasarımları gerçekte uygulanabilen şekliyle sistem tasarımları oluşturulmaktadır.

Navisworks Manage programı oluşturulan tüm sistemlerin birbirlerine göre durumlarının gözlenebilmesini ve sistemler arası çakışmaların otomatik olarak tespit edilmesini sağlar. Bu programa modellenen yapıya ait tüm disiplinlerin 3D projeleri

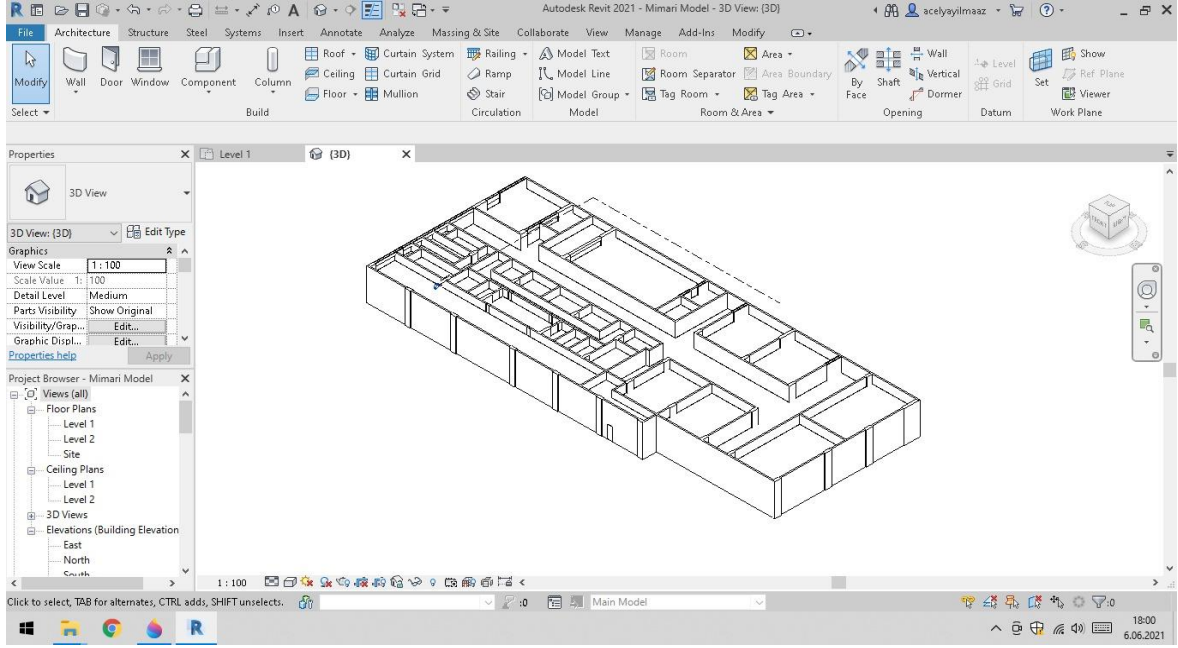
aktarılarak daha önce birbirlerine göre konumlandırılan tüm projeler bir araya getirilir. Böylelikle yapımı planlanan binanın tüm sistemlerinin bir arada gözlemlenebileceği görsel bir sanal modeli oluşur. Bu program sistemler arasındaki ve sistemlerin kendi arasında oluşan çakışmaları tespit ederek listeler. Çakışmalar birbirleriyle aynı yeri kaplayan yani sert ve birbirlerine göre konumlarının uygun olmadığını tespit edilmesine yarayan yumuşak çatışmalar şeklinde belirlenebilir. Çakışma tespiti ve çözümü yinelemeli bir süreçtir. Modeller ilk önce tek bir modele birleştirilir ve ardından sistemler arasındaki çakışmayı belirlemek için çakışma algılama programı çalıştırılır. Çakışmalar daha sonra kendi yerel programlarında çözülür ve tüm çakışmalar çözülene kadar yineleme devam eder.

Yapılan çalışma çerçevesinde sistemler arasındaki sert çatışmalar tespit edilip, çakışmaların uygun şekilde düzeltilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar yapılırken mekanik tesisat sistemleri mevcut 2D projesinde öngörülen asma tavan üstü boşlukta ve diğer disiplinlere ait projeler üzerinde herhangi bir düzeltme yapılmadan düzenlenmiştir. Diğer disiplinlerden kaynaklanan çakışmaların düzeltilmesi için önerilerde bulunulmuştur.

2.3. BIM'in Mekanik Tesisat Yönünden Ameliyathane Departmanına Uygulanması

Seçilen ameliyathaneye ait mevcut 2 boyutlu projeler Revit programıyla 3 boyutlu olarak tekrar oluşturulmuştur. 2 boyutlu tesisat projeleri 3 boyutlu modellere dönüştürülürken tesisatların ameliyathane departmanındaki kısımları modellenmiş tesisatların bu mahal dışındaki kısımları modellenmemiştir. Mevcut 2 boyutlu projeler ile oluşturulan Revit modelleri bire bir aynı özellikleri taşımaktadır. Ancak bazı tesisatlarda 2 boyutlu projede materyallerin bağlanılabilirlik özellikleri göz önünde bulundurulmayarak çizilmiş olmasından dolayı Revit modelinde küçük değişiklikler olmuştur.

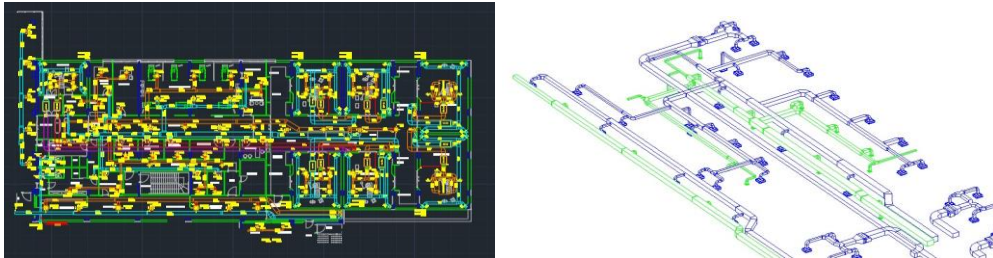
3 boyutlu projeler oluşturulurken mimari ve statik projelerin yükseklikleri 2 boyutlu projelerde belirtildiğinden tam olarak orijinal projeye uygun çizilmiştir. Fakat mekanik ve elektrik projelerindeki sistemlere ait yükseklikler belirtilemediğinden her bir sistem için



Şekil 9. Ameliyathane Departmanının 3D Mimari Modeli

2.3.1.1. Havalandırma Tesisatı Modelinin Oluşturulması

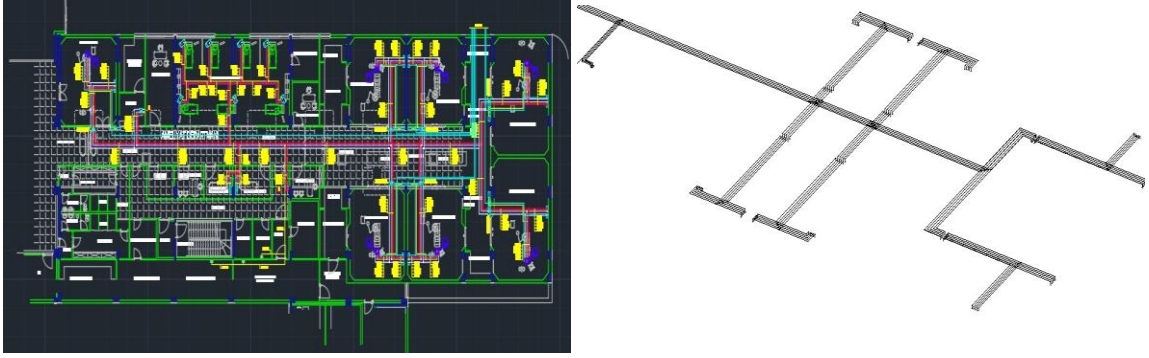
Havalandırma tesisatı modelinde mevcut 2D havalandırma tesisatı projesinde kullanılan kanal çapları ve fittings tipleri kullanılarak modellenmiştir. Model oluşturulurken öncelikle havalandırma menfezleri mevcut 2D projedeki yerlerinde ve asma tavan kotu yüksekliğinde yerleştirilmiştir. Daha sonra havalandırma kanalları mevcut 2D projedeki kanal kesit ve boylarına uyacak şekilde oluşturulmuştur (Şekil 10).



Şekil 10. Havalandırma Tesisatının 2D Projesi ve Projenin 3D Modeli

2.3.1.2. Medikal Gaz Tesisat Modelinin Oluşturulması

Medikal gaz tesisatı oluşturulurken asma tavan üstü boşlukta belirlenen kotta ve mevcut 2D projesinde gösterilen yerlerde olacak şekilde modellenmiştir (Şekil 11). Medikal gaz tesisatına ait medikal gaz vana kutuları mevcut 2D projede belirlenen yere yerleştirilerek, tesisat şaftından medikal gaz vana kutularına medikal borular oluşturulmuştur. Boruların medikal gaz vana kutularına giriş ve çıkışları modellendikten sonra medikal gaz boruları operasyon odaları asma tavan üstü boşluklarında bağlanacakları medikal gaz ünitelerine kadar çizilmiştir.



Şekil 11. Medikal Gaz Tesisatının 2D Projesi ve Projenin 3D Modeli

2.3.1.3. Sprinkler Tesisat Modelinin Oluşturulması

Sprinkler tesisat modeli oluşturulurken tesisata ait sprink başlıkları mevcut 2D projede belirlenen yerlere yerleştirilip, yangın boruları mevcut 2D projede çizildiği şekilde tesisat şaftından ameliyathane ortak alanlarının tamamına dağılacak şekilde modellenmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. Sprinkler Tesisatının 2D Projesi ve Projenin 3D Modeli

2.3.1.4. Fancoil Tesisat Modelinin Oluşturulması

Fancoil tesisat modeli oluşturulurken Revit programı sayesinde tesisat yerleşimi yapılmış ve engel mesafeleri kolaylıkla grlebilmifitir. Uygun boru seçimi yapılarak ilgili tesisat 2D proje üzerinden zilmifitir.



şekil 13. Fancoil Tesisat Modelinin 2D ve 3D modeli

3. BULGULAR

3.1. Tespit Edilen çakışmalar ve Düzenlemeler

Yapılan model üzerinden her sistemin birbiriyle olan çakışma tespitleri Navisworks Manage programıyla yapılmıştır. Bu sistemlerden havalandırma kanalları ve cihazları, medikal gaz boruları ve cihazları, sprinkler tesisatı ve fancoil tesisatı boruları arasındaki çakışmalar için düzenlemeler yapılmıştır. Mimari için duvar geçişleri söz konusu olduğundan düzenleme yapılmayıp, gereken yerlerde ameliyathane i düzenlemesine uygun düzeltmeler yapılmıştır. Sistemler arasındaki çakışma tespiti çalışmaları ve düzeltme örnekleri aşağıdadır.

3.1.1. Havalandırma Tesisatı ile Medikal Gaz Tesisatı Arasındaki çakışmalar ve Düzeltme rneği

Yapılan akışma tespiti sonunda mevcut havalandırma tesisatı modeli ile medikal gaz tesisatı modeli arasında ikiyüz otuz sekiz adet çakışma tespit edilmiştir (şekil 14).

Clash Detective

Havalandırma-Medikal Gaz ⚠️

Last Run: 14 Haziran 2021 Pazartesi 10:37:41
Clashes - Total: 238 (Open: 238 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Res
Havalandırma-Fancoil	Old	25	25	0	0	0	0
Havalandırma-Medikal Gaz	Old	238	238	0	0	0	0
Fancoil-Medikal Gaz	Old	2	2	0	0	0	0
Yangin-Havalandırma	Old	0	0	0	0	0	0

Add Test Reset All Compact All Delete All Update All

Rules Select Results Report

Selection A

Standard

- Mimari Model.rvt
- Fancoil Tesisat Modeli.rvt
- Havalandırma Modeli.rvt
- Medikal Gaz Tesisat Modeli.rvt
- Yangın Tesisat Modeli.rvt
- Havalandırma Modeli.nwc

Selection B

Standard

- Mimari Model.rvt
- Fancoil Tesisat Modeli.rvt
- Havalandırma Modeli.rvt
- Medikal Gaz Tesisat Modeli.rvt
- Yangın Tesisat Modeli.rvt
- Havalandırma Modeli.nwc

Settings

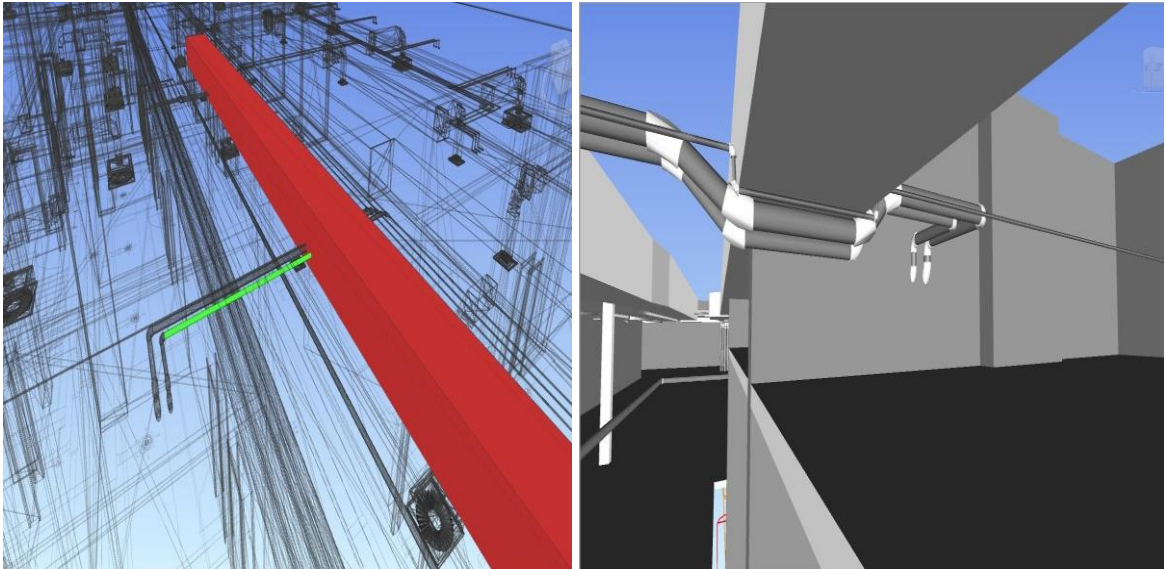
Type: Clearance Tolerance: 0,001 m

Link: None Step (sec): 0,1

Composite Object Clashing

Run Test

Şekil 14. Havalandırma tesisatı ve medikal gaz tesisatı arasındaki çakışma sayısı



Şekil 15. Havalandırma kanalı ve medikal gaz borusu çakışma düzeltme örneği

Mevcut model (a)

Düzenlenmiş model (b)

3.1.2. Havalandırma Tesisatı ile Fancoil Tesisatı Arasındaki Çakışmalar ve Düzeltme Örneği

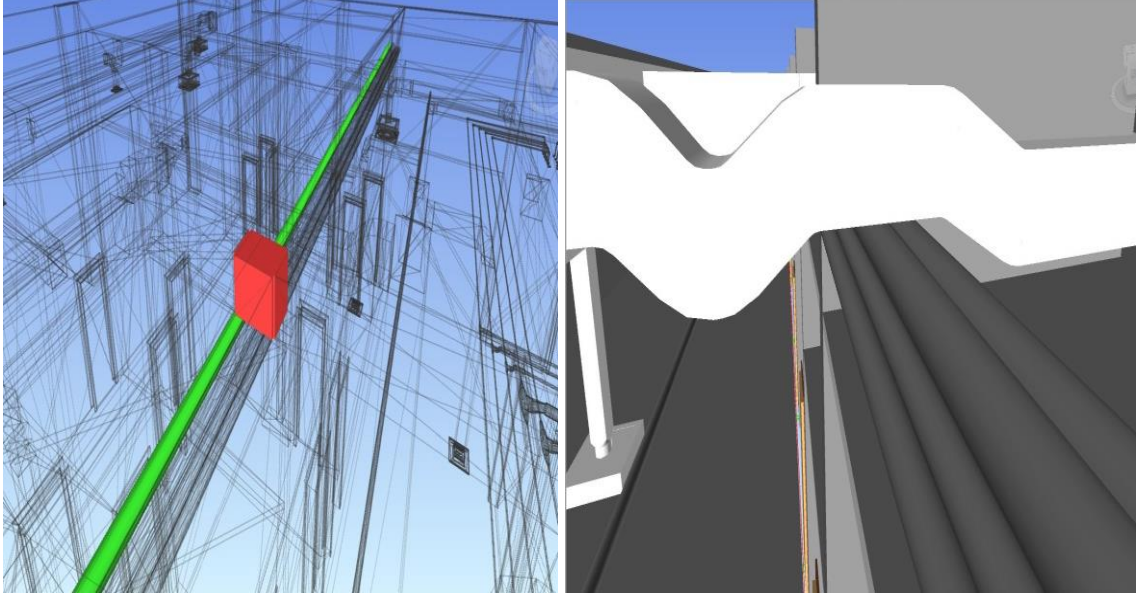
Yapılan çakışma tespiti sonucunda havalandırma tesisatı modeli ile fancoil tesisatı modeli arasında yirmi beş adet çakışma tespit edilmiştir (Şekil 16).

The screenshot shows the Clash Detective software interface. The main window title is 'Clash Detective'. The current test is named 'Havalandırma-Fancoil' with a warning icon. The last run was on 14 Haziran 2021 Pazartesi at 10:34:15. The total number of clashes is 25, with 25 open and 0 closed.

Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Res
Havalandırma-Fancoil	Old	25	25	0	0	0	0
Havalandırma-Medikal Gaz	Old	238	238	0	0	0	0
Fancoil-Medikal Gaz	Old	2	2	0	0	0	0
Yangın-Havalandırma	Old	0	0	0	0	0	0

Below the table, there are buttons for 'Add Test', 'Reset All', 'Compact All', 'Delete All', and 'Update All'. There are also tabs for 'Rules', 'Select', 'Results', and 'Report'. The 'Results' tab is active, showing two selection panels, 'Selection A' and 'Selection B', both set to 'Standard'. 'Selection A' lists: Mimari Model.rvt, Fancoil Tesisat Modeli.rvt, Havalandırma Modeli.rvt, Medikal Gaz Tesisat Modeli.rvt, Yangın Tesisat Modeli.rvt, and Havalandırma Modeli.nwc. 'Selection B' lists: Mimari Model.rvt, Fancoil Tesisat Modeli.rvt, Havalandırma Modeli.rvt, Medikal Gaz Tesisat Modeli.rvt, Yangın Tesisat Modeli.rvt, and Havalandırma Modeli.nwc. The 'Fancoil Tesisat Modeli.rvt' is highlighted in blue in Selection B. Below the selection panels are icons for selection and manipulation. At the bottom, there is a 'Settings' section with 'Type' set to 'Clearance', 'Tolerance' set to '0,001 m', 'Link' set to 'None', and 'Step (sec)' set to '0,1'. The 'Composite Object Clashing' checkbox is checked. A 'Run Test' button is located to the right of the settings.

Şekil 16. Havalandırma tesisatı ve fancoil tesisatı arasındaki çakışma sayısı



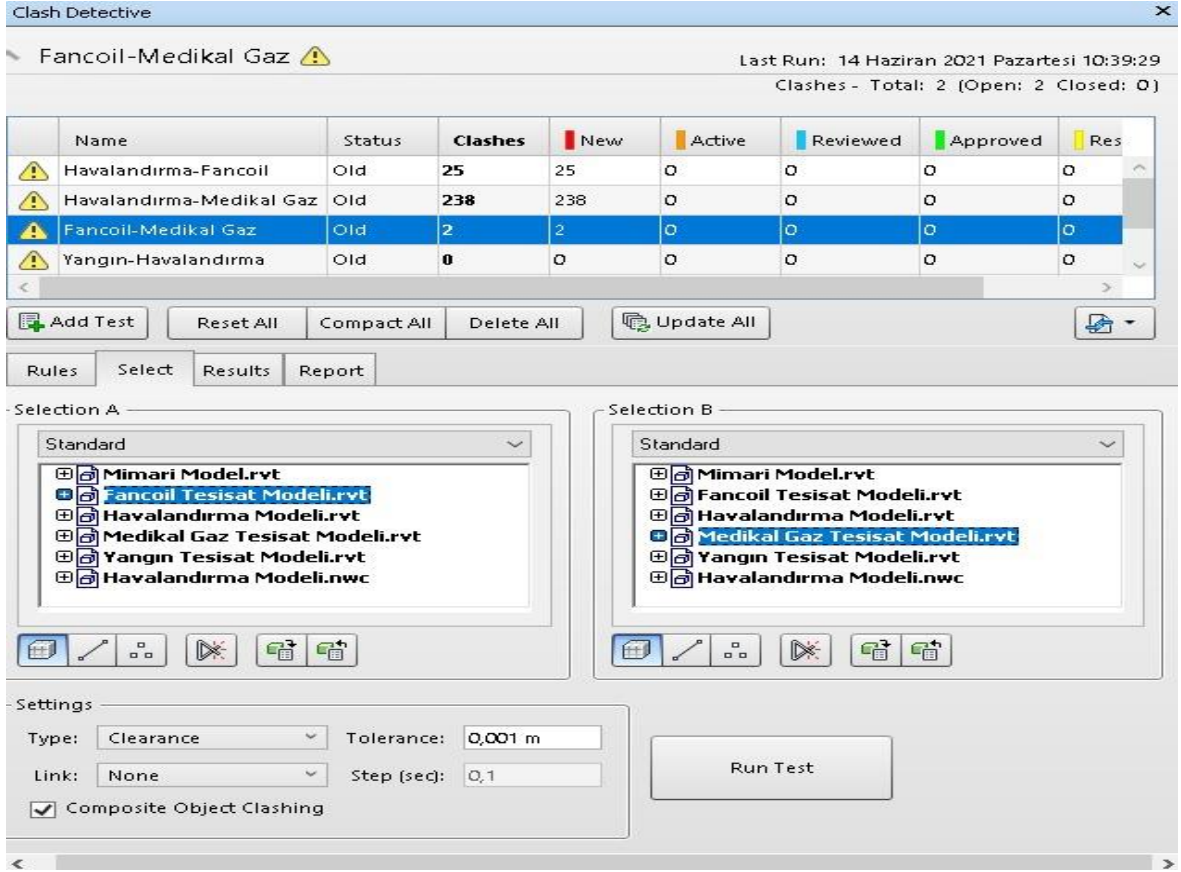
Şekil 17. Havalandırma kanalı ve fancoil tesisat boruları çakışma düzeltme örneği

Mevcut model (a)

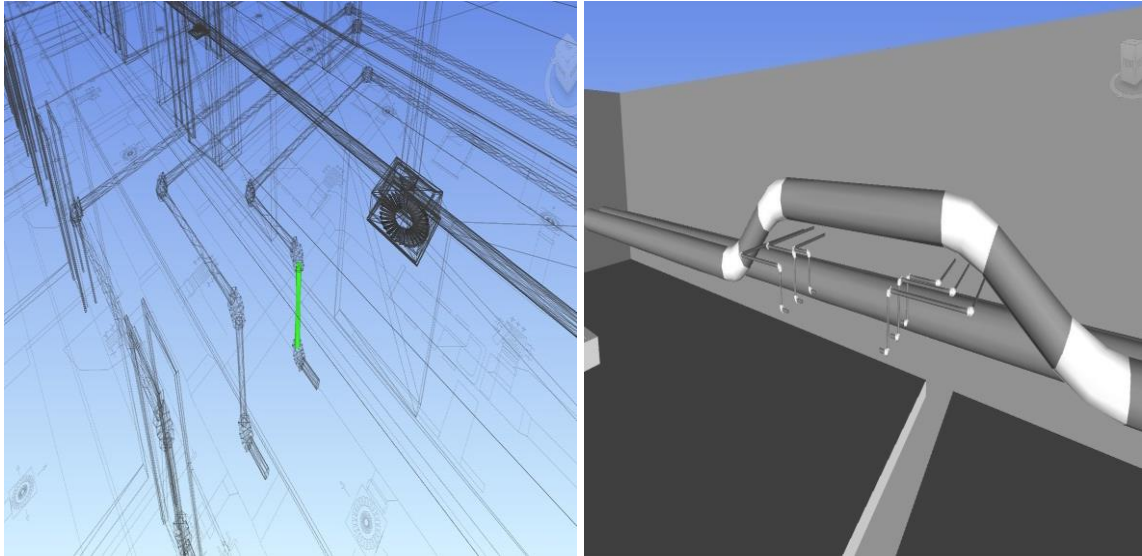
Düzenlenmiş model (b)

3.1.3. Medikal Gaz Tesisatı ile Fancoil Tesisatı Arasındaki Çakışmalar ve Düzeltme Örneği

Yapılan çakışma tespiti sonucunda medikal gaz tesisatı modeli ile fancoil tesisatı modeli arasında iki adet çakışma tespit edilmiştir (Şekil 18).



Şekil 18. Medikal gaz tesisatı ve fancoil tesisatı arasındaki çakışma sayısı



Şekil 19. Medikal gaz tesisat borusu ve fancoil tesisat boruları çakışma düzeltme örneği

Mevcut model (a)

Düzenlenmiş model (b)

3.1.4. Sprinkler Tesisatı ile Diğer Tesisatlar Arasındaki Çakışmalar

Yapılan çakışma tespiti sonucunda sprinkler tesisat modeli ile diğer tesisat modelleri arasında çakışma tespit edilememiştir (Şekil20).

Clash Detective

Yangın-Fancoil ⚠

Last Run: 14 Haziran 2021 Pazartesi 10:42:12
Clashes - Total: 0 (Open: 0 Closed: 0)

Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Res
⚠ Fancoil-Medikal Gaz	Old	2	2	0	0	0	0
⚠ Yangın-Havalandırma	Old	0	0	0	0	0	0
⚠ Yangın-Medikal Gaz	Old	0	0	0	0	0	0
⚠ Yangın-Fancoil	Old	0	0	0	0	0	0

Add Test Reset All Compact All Delete All Update All

Rules Select Results Report

Selection A

Standard

- Mimari Model.rvt
- Fancoil Tesisat Modeli.rvt
- Havalandırma Modeli.rvt
- Medikal Gaz Tesisat Modeli.rvt
- Yangın Tesisat Modeli.rvt
- Havalandırma Modeli.nwc

Selection B

Standard

- Mimari Model.rvt
- Fancoil Tesisat Modeli.rvt
- Havalandırma Modeli.rvt
- Medikal Gaz Tesisat Modeli.rvt
- Yangın Tesisat Modeli.rvt
- Havalandırma Modeli.nwc

Settings

Type: Clearance Tolerance: 0,001 m

Link: None Step (sec): 0,1

Composite Object Clashing

Run Test

Şekil 20. Sprinkler tesisatı ve diğer tesisatlar arasındaki çakışma sayısı

4. TARTIŞMA

Geleneksel yöntemde projelerin birbirinden ayrı olarak tasarlanmasından dolayı tesisat sistemlerinin kurulumu için yeterli boşluğun ne kadar olması gerektiği tespit edilememektedir. BIM yöntemiyle ise oluşturulan modellerden tesisat sistemleri için binada ayrılan boşluğun yetersiz olduğu tespit edilebilmiştir. Tesisat kanal ve boru sistemleri için ayrılan boşluğun düşey mesafesi yetersiz olduğundan tesisatlar hem kendi aralarında hem de diğer disiplinlere ait projelerdeki nesnelere çakışmıştır. Ayrıca sistemlerin ortak koridor ve ameliyathane odalarının koridorunda yoğunlaşması da çakışma sayısının fazla olmasına neden olmuştur. Bu sebeplerden dolayı sistemler kendileri için belirlenen yerlerden ilerlerken çok fazla kot değiştirerek tasarlanmak zorunda kalmıştır. Bu, tesisatlar için hem basınç kaybı sebebiyle yüksek enerji sarfiyatı oluşturacak hem de malzeme ve işçilik oranlarını arttıracaktır. Tesisat sistemlerinde basınç kaybı unsurlarını azaltarak daha fazla verim sağlanacak şekilde uygulanması için tesisatlar için öngörülen boşluğun mutlaka düzenlenmesi gerekmektedir. Bunun için taşıyıcı sistem kolonlarının düşey mesafelerinin azaltılacak şekilde yeniden tasarlanması, asma tavan kotunun mümkün olduğu ölçüde düşürülmesi ve mimari projede ameliyathane koridoruna çıkan koridor sayısı artırılarak sistemlerin yoğunluğunun dağıtılması gibi düzenlemelerle çakışma sayıları azaltılarak daha az enerji tüketen sistemler oluşturulabilmesi sağlanabilir.

Revit programında MEP modeli oluştururken nesnelere geometrik olarak boşlukta kapladıkları yer bakımından projeye işlenmektedir. Bu çalışmada tesisat sistemleri tasarımı için geleneksel yöntemle göre BIM'in sağladığı en büyük avantajlardan biri, sistemlerin 3 boyutlu halini oluşturarak ameliyathanedeki sistemlerin birbirlerine göre konumlarını tespit edebilmek olmuştur. Sistemlerin 3 boyutlu olarak birada görüntülenebilme imkanı mekanik projeler tasarlanırken tesisat yoğunluğunun dağıtılmasını sağlayacak şekilde tasarımlar oluşturulmasına imkan vermektedir. Böylelikle tesisat güzergahları çakışmaların azaltılmasına yönelik olarak belirlenebilmektedir. 3 boyutlu model sayesinde yapılan tüm düzenlemeler için uygun yerler daha net bir şekilde tespit edilmiştir. Modellemesi yapılan tesisatlardan sonra kalan boşluklar net bir şekilde görüldüğünden diğer tesisatlar için kullanılacak boşluklar

belirlenebilmiştir. Tesisatlar için projeler oluşturulurken geleneksel yöntemden farklı olarak her tesisat bir diğerine göre konumlandırılabilmiş ve sahada yaşanacak olası çakışma problemleri tasarım aşamasında maliyet, zaman, işgücü ve enerji kayıplarına neden olmayacak şekilde çözülebilmiştir. Bir diğer avantaj modelin 3 boyutlu olmasından dolayı sistemlere ait tüm parçaların net olarak ortaya çıkmasıdır. Böylelikle yapıda kullanılan sistemlere ait materyallerin metrajı hatasız bir şekilde oluşabilmektedir.

Bir binada mekanik tesisat projesi hazırlanırken çizim neticesinde ortaya çıkan tesisat kanal ve borularına ait fittingsleri yapılacak olan basınç kayıp hesapları için girdi oluşturmaktadır. 2 boyutlu yapılan çizimlerde bu girdileri sağlayan fittings tipleri ve sayıları 2 boyutlu plan düzleminde oluşanlardır. Yapım aşamasında sistemlerin çakışmasından kaynaklanan kot değişimleri neticesinde oluşacak fittingsler 2 boyutlu projelerde tespit edilememektedir. Bu yüzden 2 boyutlu projelerde yapılan hesaplarda fittings tipleri ve sayıları eksik olarak hesaplanmakta ve buna bağlı olarak yapılan basınç kaybı hesabı ve cihaz seçimleri de hatalı olmaktadır. Örneğin havalandırma tesisatına ait 2 boyutlu projelerde havalandırma kanallarına ait fittingsler sadece iki boyutta olan fittingsler olarak basınç kaybı hesabına katılır. Öte yandan 3 boyutlu modelde çakışma yaşanan kısımlarda yükseklik farkından kaynaklanan fittingsler de basınç kaybı hesabına katılarak havalandırma merkezi klima santralinin fan gücü için daha doğru bir seçim yapılabilir.

BIM bilgisayar programlarında bir mekanik tesisat modelini oluşturan nesnelere arasında mantıksal ve geometrik kurallar olduğundan çizimler 2 boyutlu projelerden farklı olarak yapılabilirliği denetlenerek oluşturulmaktadır. Mantıksal ve geometrik parametreler BIM yazılımlarında tanımlanabildiğinden bu parametrelere aykırı çizimler modelde oluşturulamamakta ve sonuçta ortaya çıkan mekanik tesisat modeli 2 boyutlu projelerden farklı olarak yapılabilirliği denetlenmiş olarak projelendirilebilmektedir.

5. SONUÇLAR

Binalardaki mekanik tesisat projelerinin 2 boyutlu çizimler sonucunda uygulama zorlukları nedeniyle BIM'in gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

- Yapılan çalışma neticesinde ilk olarak BIM'in farklı disiplinlerle mutlaka işbirlikçi bir anlayışla uygulanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.
- Ulaşılan bir diğer sonuç binada mekanik tesisatlar için ayrılan boşlukların tesisatların yerleşimi için yeterli olup olmadığının 2 boyutlu projelerle anlaşılamayacağıdır.
- Geleneksel yöntemle hazırlanan 2 boyutlu tesisat projelerinde, yapım aşamasında kurulumları sırasında sistemlerin birbirleriyle ve diğer disiplinler ait imalatlarla çakışma yaşaması durumlarında nasıl bir yol izleneceği belirtilmemektedir. BIM'de ise bu çakışmalar tespit edilerek sahada yaşanacak olası problemler için çözümler tasarım aşamasında oluşturulabilmektedir.
- Fazla sayıda mekanik tesisat sistemleri barındıran binalar için tesisat sistemleri tasarlanırken BIM'in sunduğu tesisatların birbirlerine göre konumlarının 3 boyutlu olarak gözlemlenebilmesi olanağı sahada yaşanacak olası çakışmaların oluşmasını önlemek için etkili bir yöntemdir.
- Mekanik açıdan 3 boyutlu parametrik tasarım ve çakışma analizi projeler yapılırken inşa edilebilirliğin denetlenmesi açısından ve projenin amacına uygun olmasını sağlayabilecek tasarım alternatifleri oluşturmak için yararlı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca sistemlerin birbirlerine göre durumları değerlendirilerek uygulama planı ve prefabrikasyon modüller de üretilebilir.
- Yapılan çalışmada 2D çizimle oluşturulan projelerde, uygulamaya dönük yapılan bazı hesaplamalarda, diğer sistemlerle çakışma yaşanması durumunda tesisat sistemlerine ait boru ve kanalların kot değiştirilerek oluşturulması nedeniyle eksik bilgi oluşabileceği anlaşılmıştır. 2D projelerde sadece 2 boyutta oluşan fittingsler hesaplamalara dahil edilirken 3D projelerde üçüncü boyutta oluşan fittingsler de hesaplamalara eklenmektedir. Böylece daha doğru seçimler yapılarak uygulamaya dönük projeler oluşturulabilir. Bu da projesi yapılan yapı için gerekli malzeme

siparişlerinin daha doğru ve zamanında verilmesini ve proje yapım süresinin nispeten daha kısılmasını sağlayacaktır.

- BIM çakışma analizi kullanılarak aynı yerden geçen iki sistem için çakışma oluşan kısımda düzenleme yapılabildiğinden sistemler 3 boyutlu olarak konumlandırılabilmekte ve böylece sistemlerin kurulum aşamasında yeniden işleme, işgücü, zaman kayıplarının önüne geçilebilme imkanı olacaktır.

6. ÖNERİLER

- İleride BIM'in etkin kullanılmasını sağlamak adına üniversitelerde ilgili programdan daha fazla bahsedilmeli ve tavsiye edilmelidir.
- BIM'in getirdiği kolaylıklar seminerlerle insanlara aktarılmalıdır.
- Ayrıca BIM yöntemiyle mekanik tesisatlar oluşturulurken analiz unsurları göz önünde bulundurularak farklı tasarım alternatiflerinin değerlendirilmesi üzerine araştırmalar yapılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. https://www.bugday.org/portal/haber_detay.php?hid=184 Buğday. 23 Nisan 2021.
2. Khanzode, A., Fischer, M., Reed, D., Benefits and lessons learned of implementing building virtual design and construction (VDC) technologies for coordination of mechanical, electrical, and plumbing (MEP) systems on a large healthcare project, ITcon 13, Special Issue Case studies of BIM use, 324- 342, <http://www.itcon.org/2008/22>.
3. <https://www.autodesk.com.tr/solutions/bim> (AUTODESK, 2021)
4. https://tr.wikipedia.org/wiki/Yap%C4%B1_bilgi_modellemesi (Vikipedi, 2021)
5. YAN, H., DAMIAN, P., “Benefits and Barriers of Building Information Modelling, Department of Civil and Building Engineering”, Loughborough University, UK.
6. WALTER, M. “Return on Interoperability: the new ROL. UK: John Jageurs. CAD User”, March/April 2006
7. RODRIGUEZ, J., “Building Information Modeling (BIM) Benefits”
8. HERGUNSEL, M.F., “Benefits of Building Information Modeling For Construction Managers and BIM Based Svheduling”, 2011
9. Autodesk, The Power Of BIM For Structural Engineering, 2014
10. <https://www.thesisat.org/yapi-bilgi-sistemi-bim-ile-mekanik-tesisat-projeleri.html> (Tesisat, 2021)
11. Lavanya, N. ve Prasad, D., 3D Modeling and Clash Deduction of PBSTelevision Center, Hawaii World Journal of Research and Review (WJRR), ISSN:2455-3956, 4, 6 (2017) 19-24.

ÖZGEÇMİŞ

Fazlı Abdurahman Torğut: Fazlı Abdurahman Torğut 1999 yılında İstanbul’da doğdu. İlkokul, ortaokul eğitimini 50.Yıl General Refet Bele okulunda aldı. 2013 yılında Fatih Rüştü Zorlu Anadolu Lisesi’ni kazandı. 2017 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünü kazandı.

Açelya Yılmaz: Açelya Yılmaz 1999 yılında Trabzon/Ortahisar’da dünyaya geldi. İlkokul ve ortaokul eğitimini Osman Altıntaş okulunda aldı. 2013 yılında Tevfik Serdar Anadolu Lisesi’ni kazandı. 2017 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünü kazandı.